BIOLOGISCHE

UNTERSUCHUNGEN

VON

PROF. D:R GUSTAF RETZIUS

NEUE FOLGE

VI.

MIT 32 TAFELN

INHALT.

GEDRUCKT
IN DER CENTRAL-DRUCKEREI
IN STOCKHOLM, 1894

VERLAG
VON GUSTAV FISCHER
IN JENA

Ausgegeben 20. December 1894.

To the Smithsonian Institution

from the Author

Stockholm 15.2.08.

BIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN

NEUE FOLGE

VI.

BIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN

VON

PROF. D:R GUSTAF RETZIUS

NEUE FOLGE

VI.

MIT 32 TAFELN.

GEDRUCKT
IN DER CENTRAL-DRUCKEREI
IN STOCKHOLM, 1894

VERLAG
VON GUSTAV FISCHER
IN JENA

DEM AUSGEZEICHNETEN FORSCHER

AUF DEM GEBIETE DER NERVENKUNDE

S. RAMÓN Y CAJAL

IN FREUNDSCHAFTLICHER VEREHRUNG

GEWIDMET

VORWORT.

In diesem Bande habe ich die Besprechung zweier Themata fortgesetzt, welche schon im vorigen (V.) Bande behandelt worden sind, nämlich die *Neuroglia* und die zuerst von mir im menschlichen Gehirn aufgefundenen und beschriebenen merkwürdigen Zellen, die ich Ramón y Cajal zu Ehren, von dem diese Elemente einige Zeit vorher im Gehirn einiger Säugethiere dargelegt worden waren, *die Cajal'schen Zellen* der Grosshirnrinde benannt habe.

Was die schon vor langer Zeit von Rudolf Virchow als Neuroglia bezeichnete eigenthümliche Stützsubstanz der nervösen Centralorgane betrifft, so ist ihre morphologisch-histologische Natur mittelst der Golgi'schen Methode durch die Untersuchungen von Golgi, Ramón y Cajal, von Kölliker, Van Gehuchten u. A., namentlich aber durch die noch eingehenderen von M. von Lenhossék und *mir* in auffallender Weise aufgeklärt worden. Bisher wurde indessen vorzugsweise die Neuroglia des *Rückenmarks* zum Gegenstand genauerer Nachforschung aufgenommen, diejenige des *Gehirns* dagegen nur beiläufig und in gewissen Beziehungen und Localitäten untersucht. Es ist dieses der Grund, weshalb ich in dem vorliegenden Bande eine übersichtliche Darstellung der *Formen der Gliazellen des Gehirns des Menschen und einiger Säugethiere,* und zwar in verschiedenen Entwicklungsstadien, mittheile.

Ausserdem wird hier eine ausführlichere Darstellung meiner schon früher mitgetheilten Untersuchungen über das *Ganglion ciliare* veröffentlicht.

Ferner folgt eine Reihe von Beiträgen, welche als Ergänzungen meiner früheren Arbeiten zu betrachten sind. Zu diesen Beiträgen gehören die Abschnitte, in welchen *die Rückenmarkselemente* nebst *der Endigungsweise des Gehörnerven* und *des Geruchsnerven bei den Ophidiern, die Nervenzellen des Ganglion spirale acustici* und *die Nervenendigungen an den menschlichen Haaren, in mehreren Epithelien, in den Zähnen* u. s. w. behandelt sind.

Schliesslich veröffentliche ich hier eine Arbeit, womit ich mich schon seit lange beschäftigt habe, nämlich Untersuchungen *über den Bau des Glaskörpers und der Zonula Zinnii.* In mehreren Beziehungen gehört dieses Thema noch zu den dunklen Fragen der Histologie, und wenn nun diese meinen Untersuchungen dazu beitragen könnten, den schwierigen, aber in mancher Hinsicht interessanten Gegenstand etwas aufzuklären, so würde die Mühe, die ich auf sie verwandt habe, nicht fruchtlos sein.

Dem Herrn Kartographen Paul Berndt, welcher, wie schon früher manches Mal, auch dieses Mal die Güte hatte, mit gewohnter Sorgfalt und Sprachkenntniss die Correcturbogen durchzulesen, spreche ich hierfür meinen besten Dank aus. Wenn gleichwohl nicht völlig deutsche Wendungen im Texte vorkommen, so hat dieses seinen Grund darin, dass ich, wie ich es auch früher gethan, die Arbeit selbst in deutscher Sprache niedergeschrieben habe.

Stockholm, den 30. October 1894.

GUSTAF RETZIUS.

INHALT.

I.

Die Neuroglia des Gehirns beim Menschen und bei Säugethieren.

Bei meinen während einer Reihe von Jahren vermittelst der Golgi'schen Chromosmium-Silber-Methode fortgesetzten Untersuchungen über den Bau der nervösen Centralorgane hatte ich oft Gelegenheit, schöne Färbungen der Ependym- und Neurogliazellen bei verschiedenen Thieren und beim Menschen zu bekommen. Im J. 1891 gab ich eine kurze Mittheilung[1] darüber heraus und im vorigen Jahre veröffentlichte ich eine ausführlichere, durch eine Reihe von Abbildungen erläuterte Abhandlung über das Ependym und die Neuroglia des Rückenmarks der verschiedenen Wirbelthierclassen (auch des Menschen).[2]

In der vorliegenden Abhandlung beabsichtige ich eine Fortsetzung der Darstellung des fraglichen Gegenstandes mitzutheilen. Um aber diese Darstellung nicht zu weitläufig zu machen, werde ich mich diesmal auf die eigentliche Neuroglia des Gehirns des Menschen und einiger anderer Säugethiere beschränken. Die Ependymzellen und ihre Fortsätze sollen deshalb hier nur ganz beiläufig besprochen werden. Vor Allem werde ich die Neuroglia des menschlichen Gehirns behandeln und die der Säugethiere nur mehr des Vergleiches wegen besprechen.

Da ich hier unten ausschliesslich Ergebnisse von Untersuchungen mittelst der Golgi'schen Methode mittheile, so werde ich die Gesammtgeschichte der »Neurogliafrage» nicht eingehender besprechen, sondern nur die Arbeiten und Angaben derjenigen Forscher anführen, welche mit derselben Methode gearbeitet haben. Ich werde daher gar nicht auf die alten Controversen über die molekulare oder netzförmig-fibrilläre, die epitheloide oder bindegewebige Natur der Neuroglia eingehen, worüber schon mehrere geschichtliche Darstellungen und Besprechungen vorliegen. Hier soll in dieser Beziehung v. A. auf die Zusammenstellungen von Golgi[3] und Gierke[4] hingewiesen werden. In den ausführlichen und auf sehr eingehende Untersuchungen gestützten Neurogliastudien des letzteren Forschers sind auch die Angaben und Ansichten von Deiters, dem wir die eigentliche Entdeckung der typischen Gestalt der Neurogliazellen verdanken, von Jastrowitz, Boll und Ranvier besprochen und ausserdem manche neue Befunde mitgetheilt worden. Durch Weigert's treffliche Methoden wurde in der That unsere Kenntniss von der Verbreitung und dem Reichthum, sowie auch von den Formen der fraglichen Elemente in hohem Grade befördert. Golgi hat aber schon vor vielen Jahren eine Methode erfunden, welche, was gerade die Formen der Neurogliazellen betrifft, noch anschaulichere Bilder giebt, und der berühmte italienische Forscher hat selbst durch seine Arbeiten den wichtigsten Grund zu unseren neueren Errungenschaften auf diesem Gebiete wie auch auf demjenigen der ganzen modernen Nervenhistologie gelegt. Es ist deshalb ein sehr erfreuliches Ereigniss, dass seine betreffenden gesammelten Abhandlungen, welche zuerst theilweise in wenig zugänglichen italienischen medicinischen Zeitschriften veröffentlicht wurden, nunmehr in einer monumentalen deutschen Auflage vorliegen.[5]

[1] Gustaf Retzius, Ueber den Bau der Oberflächenschicht der Grosshirnrinde beim Menschen und bei den Säugethieren. Verhandl. d. Biolog. Vereins in Stockholm. Bd 3, März 1891.

[2] Gustaf Retzius, Studien über Ependym und Neuroglia. Biolog. Untersuchungen von Gustaf Retzius. N. F. Bd V, 2, 1893.

[3] Camillo Golgi, Contribuzione alla fina anatomia degli organi centrali del sistema nervoso, Rivista clinica di Bologna. Ser. 2 A. 1°, fasc. 11, novembre 1871 und A. 2°, fasc. 12, dic. 1871.

[4] Hans Gierke, Die Stützsubstanz des Centralnervensystems, Archiv f. mikrosk. Anatomie, Bd 25, 1885, und Bd 26, 1886.

[5] Camillo Golgi, Untersuchungen über den feineren Bau des centralen und peripherischen Nervensystems. Aus dem Italienischen übersetzt von Dr. R. Teutscher. Verlag von Gustav Fischer. Jena, 1894.

Was die Neuroglia betrifft, hat offenbar zunächst nach DEITERS GOLGI durch eingehende und selbstständige Untersuchungen die richtige Auffassung vom Typus der Neurogliazellen gewonnen und dargestellt. Dies betrifft auch besonders die Neuroglia des Gehirns, indem er sowohl in der grauen wie in der weissen Substanz, in der Rinde wie im Marke, diese Zellen als mit zahlreichen, feinen und langen Fortsätzen versehene Gebilde beschrieben und abgebildet hat; vom kleinen Zellenkörper strahlen diese Fortsätze in den verschiedenen Richtungen aus. Auch in der äussersten Rindenschicht des menschlichen Grosshirns hat er diese eigenthümlichen Zellen massenhaft gefunden und in seinen Tafeln abgebildet; in der Kleinhirnrinde hat er ebenfalls die Zellen der Bergmann'schen Fasern entdeckt und in der Körnerschicht wie auch im Marke die strahligen Neurogliazellen dargestellt.

In seiner grossen, zusammenfassenden Arbeit vom Jahre 1885[1] äussert GOLGI, nachdem er eingehend hervorgehoben hat, dass man durch Maceration des Gewebes in schwacher Bichromatlösung die strahlenförmigen Neurogliazellen der Grosshirnrinde und der weissen Substanz in isolirtem Zustande deutlich zum Vorschein bringen kann, jedoch zur klaren Darlegung der kleinsten Besonderheiten der Form, der Beziehungen, der Vertheilung u. s. w. der Bindegewebselemente (Neurogliazellen) zu der von ihm erfundenen combinirten Anwendung des Bichromats und des salpetersauren Silbers greifen muss. An den so erhaltenen Präparaten der grauen und der weissen Substanz »bemerkt man auf den ersten Blick:

1) Die Existenz einer beständigen, nur aus Neurogliaelementen bestehenden Schicht an der Oberfläche der Windungen. Diese Schicht ist sehr dick in der Höhe der Windung, dagegen dünn an den Seitenflächen zwischen zwei Windungen, wo sie bisweilen aus einer einzigen Zellenreihe besteht. Die Fortsätze dieser Zellen verlaufen zum Theil horizontal und bilden ein complicirtes Netz, welches die Oberfläche begrenzt, zum Theil dringen sie senkrecht in das Rindengewebe ein und bringen ein System von strahligen Fasern hervor, welches an das viel deutlichere und regelmässigere der Kleinhirnwindungen erinnert;

2) dass die letzten nach der Peripherie gerichteten Zertheilungen der Protoplasmafortsätze der pyramidalen Nervenzellen sich in dieser Schicht verlieren, wo sie sich mit den Neurogliazellen in Verbindung setzen;

3) dass die Neurogliazellen zahlreiche Verbindungen mit den Gefässwänden durch zum Theil sehr breite, zum Theil fadenförmige Fortsätze eingehen. Auch hier sieht man oft die Blutgefässe grosse Strecken weit durch zusammenhängende Reihen von Neurogliazellen umgeben, welche den Gefässwänden unmittelbar anliegen und von da aus ihre Fortsätze nach allen Richtungen aussenden; viele von diesen setzen sich an andere Gefässe an.»

Einige andere italienische Forscher, die grösstentheils Schüler von GOLGI waren und seine Methode anwendeten, haben dann in verschiedenen, den Bau der Centralorgane behandelnden Arbeiten auch die Neuroglia-Frage besprochen. So hat MONDINO[2] die strahlenförmigen Neurogliazellen aus mehreren Regionen des Gehirns (z. B. Vallecula Sylvii, Capsula externa, Insula Reilii) dargestellt. MAGINI[3] beschrieb an den langen Fortsätzen der strahlenförmigen Neurogliazellen der foetalen Gehirnrinde zahlreiche perlenschnurförmige Varicositäten. MARTINOTTI[4] gab dann eine Abbildung von Neurogliazellen der Grosshirnrinde, die einige interessante Formen darbieten. In der unter der Pia liegenden Schicht, sagt er, »finden sich Zellen vor, welche an die des Kleinhirnes erinnern, die platt an der freien Oberfläche befestigt und mit langen fadenförmigen und selten zerteilten Ausläufern versehen zum Teil in die graue Gehirnsubstanz auf $^2/_3$ ihrer Dicke eindringen». Unter dieser befinden sich andere von sehr verschiedener Form. Beim Hunde sah er solche, welche sehr starke, meist nicht getheilte Ausläufer nach der Peripherie hin senden, die bis unter die Pia gehen und an ihrem Ende eine dreieckige Ausbreitung bilden, welche sich zwischen die Ausläufer der tellerförmig gruppirten Zellen einschiebt; von denselben Zellen gehen in verschiedenen Richtungen viel dünnere Ausläufer aus, von denen einige fast die ganze Rinde nach abwärts hin durchlaufen. Beim Menschen begegnet man leicht solchen Zellen, und sie wurden bereits von GOLGI beschrieben. »Sie sind strahlenförmig, ihre Ausläufer, welche sich gegen die Peripherie hin richten, sind viel stärker als andere und endigen in einer Ausbreitung, die an ihrem äussersten Ende dreieckig ist. Diese Neurogliazellen, die von bemerkenswerther Stärke sind, bilden also für das darunter befindliche Gewirr markhaltiger Fasern eine kleine

[1] CAMILLO GOLGI, Sulla fina anatomia degli organi centrali del sistema nervoso, Reggio Emilia, 1885. S. auch die oben angeführte Ausgabe von GOLGI's Arbeiten in deutscher Sprache, 1894.

[2] CASIMIRO MONDINO, Ricerche macro e microscopiche sui centri nervosi, Torino 1887.

[3] GIUSEPPE MAGINI, Neuroglia e cellule nervose cerebrali nei feti. Atti d. 12. Congresso della Assoc. med. ital. in Pavia, sett. 1887. Vol. 1, Pavia 1888.

[4] CARLO MARTINOTTI, Beitrag zum Studium der Hirnrinde und dem Centralursprung der Nerven. Internat. Monatschr. für Anatomie und Physiologie. Bd 7, 1890.

Schutzschicht, die je nach der Oertlichkeit und nach dem Tiere mehr oder weniger dick ist; während die Zellen, welche mit den Fasern selbst vermischt sind, weniger stark werden und eher als Stütze dienen.»

Dann hat Ramón y Cajal in mehreren seiner für die Nervenhistologie bahnbrechenden Arbeiten auch die Neuroglia des Gehirns besprochen und abgebildet, obwohl er im Ganzen derselben seine Aufmerksamkeit weniger gewidmet hat als den eigentlichen nervösen Elementen. In der Kleinhirnrinde der jungen Katze hat er[1] Bergmann'sche Faserzellen und eine Neurogliazelle abgebildet und zugleich auch eine eingehende Darstellung der Elemente der von Vignal zuerst beschriebenen »äusseren Körnerschicht» gegeben. In seiner grösseren Abhandlung über den Bau der Grosshirnrinde[2] bespricht Cajal u. A. die Neuroglia-Frage ausführlicher. Er ist in Betreff der Entstehung der Neurogliazellen geneigt, der Ansicht zu huldigen, dass wenigstens ein Theil der Neurogliaelemente nach der Peripherie ausgewanderte Epithelzellen darstellen. Eine solehe Emigration lässt sich in ihren verschiedenen Stufen in der foetalen Hirnrinde der Ratte und der Maus wahrnehmen, wo der Uebergang der Ependymzellen zu kürzeren, dickstämmigeren und mit vielen Fortsätzen versehenen Neurogliazellen darlegbar ist. Was aber die sog. Spinnenzellen betrifft, die keine radiale Anordnung zeigen und im Gehirn der Erwachsenen in Verbindung mit Blutgefässen vorhanden sind, meint Cajal, dass sie nicht vom Epithelium hervorgehen, sondern von den Endothelzellen der Blutgefässe oder von abgeplatteten Bindegewebszellen. Er ist zweifelhaft, ob solche Spinnenzellen auch von gewissen Elementen der Pia mater herrühren können. Auf seinen Tafeln theilt er einige Abbildungen mit, die die besprochenen Entwicklungsstadien wiedergeben.

In meiner vorläufigen Mittheilung besehrieb ich[3] die in der Grosshirnrinde des Hundes, des Kaninchens und der Ratte vorkommenden Neurogliazellen und lieferte einige Abbildungen von denselben. »Viele derselben liegen mit dem kernhaltigen Zellenkörper gerade in der Oberflächenebene und breiten sich dort abgeplattet aus, senden aber gewöhnlich wurzelartig verzweigte Ausläufer nach abwärts in die Rindensubstanz hinein. Nicht selten zieht ein starker Hauptast gerade oder geschlängelt in dieser Richtung hin, um nach reichlicher Verzweigung verschmälert aufzuhören. Andere Zellen liegen mit dem kernführenden Körper in die Rindensubstanz eingesenkt; manche derselben schicken aber, wie Martinotti beim Hunde gesehen hat, starke Ausläufer nach der Oberfläche hin, wo sie dicht unter der Pia mit einer dickeren platten Ausbreitung enden. Andere aber und v. A. die tiefer liegenden haben das von Golgi so reichlich abgebildete sternförmige Aussehen, haben aber verästelte Ausläufer.» In derselben Mittheilung beschrieb ich auch die Zellen der Bergmann'schen Fasern in der Kleinhirnrinde von 7- und 8-monatlichen menschlichen Foetus.

Etwa zur gleichen Zeit schilderte Van Gehuchten[4] aus der Kleinhirnrinde der jungen Katze Bergmann'sche Faserzellen sowie auch sternförmige Neurogliazellen mit vielen Fortsätzen, und zwar aus der Körnerschicht und der Marksubstanz (Hund). In seinen im vorigen Jahre erschienenen Vorlesungen über das Nervensystem des Menschen giebt Van Gehuchten[5] eine Darstellung der Neuroglia; sie besteht nach ihm aus den Ependymzellen und den Deiters'schen oder Spinnenzellen; diese letzteren kommen in der weissen und grauen Substanz überall vor. Van Gehuchten betont, dass ihre langen Fortsätze frei und ohne Anastomosen endigen; er schliesst sich der Ansicht an, dass dieselben modificirte Ependymzellen darstellen. Zwei solche Spinnenzellen aus der weissen Grosshirnsubstanz des Menschen sind in seinem Werke abgebildet.

Da ich hier nicht die Neuroglia des Rückenmarks zu berücksichtigen habe, so ist hier nicht der Platz, auf die betreffenden Arbeiten von M. von Lenhossék und *mir* und auch nicht auf diejenigen von Lachi und einiger anderer jüngerer italienischer Forscher einzugehen. Dagegen hat von Kölliker in der neuen Auflage seines grossen Handbuchs[6] eine umfassende Darstellung von der ganzen Neuroglia-Frage gegeben, welche, obwohl sie eigentlich die Verhältnisse des Rückenmarks behandelt, doch in mehrerer Beziehung auch die des Gehirns berührt. Nachdem er die Entwicklung der Neuroglia, resp. des Ependyms (v. A. im Rückenmark) dargestellt hat, geht er zu der Beschreibung der Neuroglia im ausgebildeten Marke über und bespricht dabei auch die des

[1] S. Ramón y Cajal, A propos de certains éléments bipolaires du cervelet, avec quelques détails nouveaux sur l'evolution des fibres cérébelleuses. Internat. Monatsch. für Anatomie und Physiologie, Bd 7, 1890.

[2] S. Ramón y Cajal, Sur la structure de l'écorce cérébrale de quelques mammifères. La Cellule t. 7, 1891.

[3] Gustaf Retzius, Über den Bau der Oberflächenschicht der Grosshirnrinde beim Menschen und bei einigen Säugethieren. Verhandl. d. Biolog. Vereins in Stockholm. Bd 3, März 1891.

[4] A. Van Gehuchten, La structure des centres nerveux. La moelle épinière et le cervelet. La Cellule. T. 7, 1, 1891.

[5] A. Van Gehuchten, Le système nerveux de l'homme. Leçons professées à l'Université de Louvain. 1893.

[6] A. von Kölliker, Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 6. Aufl. Bd II, 1, 1893.

Gehirns. Von Kölliker schliesst sich entschieden der Ansicht an, dass Ependym- und Sternzellen (Deiters'sche oder Golgi'sche Zellen) aus derselben Art von Embryonalzellen (Ektodermzellen) der Centralorgane hervorgehen und nicht zum Theil aus später eingewanderten Mesodermzellen rekrutirt werden. Was die letztere Art der Neurogliazellen, die sternförmigen (Spinnenzellen), betrifft, die v. Kölliker die eigentlichen Golgi'schen Zellen nennt, so sind sie nach ihm in allen Theilen der grauen und weissen Substanz des Markes und auch des Gehirns in reichlichster Menge vorhanden und bilden mit ihren zahlreichen Ausläufern ein Gerüst, welches zwischen allen nervösen Elementen hindurchzieht und für viele derselben, vor Allem aber für die Nervenzellen, die stärkeren Nervenfasern und die Gefässe besondere Hüllen und Scheiden darstellt. Auch bilden diese Zellen besondere Umhüllungen grösserer Abschnitte, wie z. B. des gesammten Rückenmarks und vieler Theile des Gehirns, »die Gliahüllen». Was die Formen dieser Elemente betrifft, unterscheidet v. Kölliker zwei Varietäten, die *Kurzstrahler* und die *Langstrahler;* die ersteren sind mit kürzeren, stark verästelten, die letzteren mit sehr langen, wenig getheilten Fortsätzen versehen. Die Kurzstrahler finden sich, wenn auch nicht ausschliesslich, so doch vor Allem in der grauen, die Langstrahler in der weissen Substanz; die Gestalt des Zellenkörpers ist bei den Kurzstrahlern im Allgemeinen in allen Richtungen sternförmig, bei den Langstrahlern mehr verlängert und auch meist stark abgeplattet, was auch bei den Kurzstrahlern vorkommt; die Gestalt der Zellen zeigt aber dieselben Wechselungen wie bei den multipolaren Ganglienzellen; die Zahl der Fortsätze ist selten unter fünf, häufig 10—15—20, und oft sind sie so zahlreich, dass man ihre Zahl nicht bestimmen kann; sie anastomosiren nie, wie Golgi auch zuerst nachwies. Die Lehre von Ranvier (und Weigert), dass die Fasern (Fortsätze) nicht direkt den Zellen angehören, sondern gewissermassen selbständig sind, bespricht v. Kölliker eingehend, indem er die fragliche Anschauung zu erklären versucht. Er theilt einige Abbildungen von Neurogliazellen des Gehirns mit, nämlich an Blutgefässe sich ansetzende Kurzstrahler aus den Hemisphären des Kaninchens und Langstrahler aus der weissen Substanz der Hirnrinde und des Cerebellum des Menschen. Ausserdem giebt er eine Beschreibung und Abbildung von den Zellen des Cerebellum (der Katze), ebenso von den Bergmann'schen Fasern.

Von den in der Fascia dentata vorkommenden Formen der Neurogliazellen gab Ramón y Cajal[1] eine Darstellung; er fand theils die schon von L. Sala beschriebenen Sternzellen in dem peripherischen Rande der Molekularschicht und dann noch eigenthümliche spindelförmige (verschieden gestaltete) Zellen in der Körner- und Molekularschicht.

Im vorigen Jahre veröffentlichte Lloyd Andriezen[2] Mittheilungen über ein mit der Golgi'schen Methode dargelegtes perivasculäres System von Neurogliazellen im menschlichen Gehirn, welches er auch bei mehreren anderen Säugethieren nachgewiesen hatte. Die von diesen Zellen ausgehenden Fasern bilden, sagt er, ein verdichtetes Netzwerk an zwei Oertlichkeiten, erstens an der Oberfläche des Gehirns und zweitens um die Blutgefässe desselben. Die Zellen sind zweierlei Art. Die erste besteht aus *protoplasmatischen* Elementen mesoblastischen Ursprungs und von activer lymphatischer Function, von sternförmiger oder dendritischer Natur, sowie von moosartigem und körnigem Aussehen; diese Zellen finden sich besonders in der grauen Substanz und bestehen theils aus grossen, mit dicken, an den Adventitialscheiden befestigten protoplasmatischen Fortsätzen versehenen, theils aus kleinen, die grösseren Ganglienzellen der Rinde unmittelbar umgebenden Zellen (den perizellulären Elementen). Die zweite Art stellt *faserige* Elemente (Fibre elements) epiblastischen Ursprungs, von stützender und passiver Function, dar; diese bilden sowohl ein diffuses Netzwerk wie auch die Verdichtungssysteme, nämlich 1. ein diffuses Netzwerk überall in der Rinde und der Marksubstanz, 2. die oben erwähnten Verdichtungssysteme an der Oberfläche und um die Blutgefässe herum. Das faserige Oberflächensystem stellt ein Filzwerk tangentialer Fasern dar, welche hauptsächlich von den »geschwänzten» Zellen herrühren; von diesen Zellen strömen Fortsätze oder Fasern tief in die Rinde hinab, sogar bis zu ihrer halben Dicke, bis zur Mitte der Pyramidenzellenschicht. Im perivasculären Fasersystem sind wenigstens drei Subvarietäten zu unterscheiden, und zwar erstens den Gefässen der Länge nach angeordnete Zellen, deren Faserfortsätze längs den Gefässen weit hin verfolgt werden können, die aber mehr oder weniger zahlreiche Fortsätze auch nach der Seite hin in die Grundsubstanz hineinschicken; diese Zellen liegen in mässiger Entfernung von einander und bilden ein loses Maschenwerk um die Gefässwand herum. Mit diesen Zellen vermischt findet man eine zweite Art von länglichen

[1] S. Ramón y Cajal, Estructura del asta de Amon y fascia dentata. Trabajos leidos ante la Sociedad española de historia natural, 1893.

[2] W. Lloyd Andriezen, On a system of fibre-cells surrounding the blood-vessels of the Brain of Man and Mammals, and its Physiological Significance. Intern. Monatschr. f. Anat. u. Physiol. Bd 10, 1893. — British Medical Journal, Juli 1893.

Zellen, die quer um die Gefässe herumliegen und mit den erst erwähnten Zellen zusammen das perivasculäre Netzwerk bilden, das in der Grundsubstanz unmittelbar um die Gefässe herumliegt. Drittens giebt es noch die gewöhnlichen sternförmigen, in der Grundsubstanz zerstreuten Zellen, welche hier und da auch Fasern zu dem perivasculären Netzwerk abgeben.

Dann erschien noch in demselben Jahre ein Aufsatz über die Neuroglia der menschlichen Hirnrinde von Greppin.[1] Er unterschied in derselben *zwei* Arten nicht nervöser Zellen: 1) Grosse, moos- oder buschförmige Zellen, deren zahlreiche Fortsätze sich von ihrem Ursprung an häufig theilen, unter sich und mit den Fortsätzen der benachbarten gleichartigen Gebilde zahlreiche Anastomosen eingehen und so einem dichten Netzwerk den Ursprung geben; der Zellkörper ist sehr unregelmässig, bald stark eckig, bald mehr länglich, nur selten rundlich gestaltet. 2) Zellige Elemente mit nur kleinem, meistens rundlichem oder ovalem Zellkörper, von dem radienförmig gerade, sich nicht oder nur selten theilende, lange Fortsätze abgehen, die in keiner Weise mit einander anastomosiren. Greppin hält es für annehmbar, dass die anastomosirenden Zellen den ursprünglichen Spongioblasten von His entsprechen, während die Sternzellen als reine bindegewebige Elemente aufzufassen seien.

In einer kurzen Mittheilung beschrieb Azoulay[2] die Formen der Neurogliazellen des Cornu Ammonis, ebenso die des Rückenmarks und des Kleinhirns bei Kindern vom Alter von mehr wie einem Monate.

In einer in diesem Jahre erschienenen Mittheilung hat Berkley[3] eine Beschreibung der Neuroglia- und Ependymzellen der Infundibularregion und der Wände des dritten Ventrikels beim erwachsenen Hunde veröffentlicht. In derselben zeigt er, dass in diesen Regionen die Ependymzellen noch im *erwachsenen* Zustande nicht nur vorhanden sind, sondern sogar in *guter* Ausbildung vorkommen und von der Ventrikularwand bis zur Aussenfläche des Gehirns reichen. Er beschreibt die verschiedenen Zellentypen sowohl des eigentlichen Ependyms als der Neuroglia und theilt gute Abbildungen der Elemente mit. In den Wänden des Infundibulum unterscheidet er hinsichtlich des Ependyms (der ependymalen Neuroglia) eine Hauptform und mehrere Subvarietäten von verschiedenem Charakter des Stammtheiles und der Verästelungen; ausserdem kommen hier auch grosse sternförmige Neurogliazellen mit vielen radiirenden Faserfortsätzen vor. In den Wänden des dritten Ventrikels hat er eine schöne Reihe von verschiedenen Neurogliazellformen gefunden, nämlich erstens zwei Arten von Ependymzellen, und zwar lange, fadenförmige, variköse (beim Uebergang von der Infundibularhöhle zum dritten Ventrikel) und mit zahlreichen, nach den Seiten hin ausstrahlenden Zweigen versehene Ependymzellen (in der Ventrikularwand); ferner verschiedene Arten von stern- und moosförmigen Neurogliazellen. Alle diese Neurogliazellformen, nur die embryonalen Typen ausgenommen, stehen in genauem Verhältniss zu den naheliegenden Blutgefässen, und dies mittelst Anheftung ihrer knötchenförmigen Endigungen an die hyaline Scheide der Gefässe.

In dieser geschichtlichen Uebersicht habe ich absichtlich solche Regionen des Centralorgans nicht besprochen, welche zwar mit ihm genetisch zusammenhängen, aber von seinen typischen Verhältnissen mehr abweichen, wie Hypophysis cerebri, Nervi optici, Retina; ich werde aber unten anhangsweise einige dieser Organtheile behandeln.

Dagegen ist mir während des Druckes dieser Arbeit noch eine Mittheilung in die Hände gekommen, nämlich eine neue Beschreibung der Neurogliazellen der Kleinhirnrinde von Van Gehuchten;[4] er giebt darin mehrere Abbildungen und eine eingehendere Schilderung der Zellen der Bergmann'schen Fasern beim Menschen und zeigt dabei auch, wie sich diese Zellen in der Tiefe der Furchen verhalten.

Endlich soll hier hervorgehoben werden, dass Claudio Sala[5] eine übersichtliche Darstellung der Neurogliafrage veröffentlicht hat, in welcher er die Verhältnisse bei den verschiedenen Wirbelthierclassen bespricht.

[1] L. Greppin, Ueber die Neuroglia der menschlichen Hirnrinde. Anatom. Anzeiger, Bd 9, N:o 3, Nov. 1893.

[2] M. L. Azoulay, Note sur les aspects des cellules névrogliques dans les organes nerveux centraux de l'enfant. Comptes rend. hebd. d. s. de la Soc. de Biol., 1894, N:o 9.

[3] Henry J. Berkley, The Neuroglia Cells of the Walls of the middle Ventricle in the adult Dog. Anatom. Anzeiger, Bd 9, N:o 24 und 25, Aug. 1894.

[4] A. Van Gehuchten, La Neuroglie dans le cervelet de l'homme. Bibliographie anatomique, Année 2, N:o 4, 1894.

[5] Claudio Sala y Pons, La Neuroglia de los Vertebrados. Barcelona 1894.

I. Die Neuroglia der Hemisphären und Ganglien des Grosshirns.

(Taf. I—X.)

A. Die Neuroglia der Grosshirnrinde des Menschen. (Taf. I—V.)

Ich gehe jetzt zur Darstellung meiner eigenen Befunde über und werde v. A. die Verhältnisse beim Menschen behandeln. Ich habe bei den vorliegenden Untersuchungen gesucht, die foetale Entwicklung der Neurogliazellen des Gehirns zu verfolgen. Da es mir nicht gelungen ist, mittelst der Golgi'schen Methode die Neurogliazellen in den ersten vier Monaten darzustellen, so kann ich die früheren embryonalen Stadien resp. ihre Ausbildung aus Ependymzellen nicht schildern, und ich gehe deshalb diesmal auf die Abstammungsfrage nicht ein. Es ist v. A. meine Aufgabe, hier die Formentwicklung der Neurogliazellen des Gehirns in der späteren Hälfte des Foetallebens darzustellen und dann noch ihren Uebergang in die Formen des erwachsenen Zustandes zu beschreiben. Was die eigentlichen Ependymzellen betrifft, welche von der Innenfläche der Ventrikelwände zu der Hirnoberfläche reichen, so haben sie einen so bestimmten, fast überall wiederkehrenden Typus und behalten denselben während des ganzen Foetallebens, dass ich sie diesmal nicht zu schildern beabsichtige. Ich gebe nur des Vergleiches wegen einige Abbildungen ihrer äusseren Enden. In Fig. 4 der Taf. I ist eine Gruppe solcher Gebilde vom 19.5 Cm. langen menschlichen Foetus (Frontallappen) dargestellt. In Fig. 1 derselben Tafel sind zwei derartige Ependymzellenenden (vom $6^1/_2$ Mon. alten Foetus) und in Fig. 1 der Taf. XV der 2. Abhandl. ist links eine Gruppe aus dem Gehirn eines 28 Cm. langen Foetus abgebildet. Die Zellen zeigen alle die von mir und Anderen schon früher (bei anderen Säugern) beschriebenen Eigenschaften. Die langen, schmalen, hin und wieder etwas knotigen und ein wenig geknickten, im Ganzen aber unter einander parallelen Fasern, welche mehr oder weniger senkrecht gegen die Oberfläche hin aufsteigen, theilen sich gleich vor dem Eintritt in die äusserste (sog. molekuläre) Rindenschicht dichotomisch, wobei gewöhnlich an der Theilungsstelle ein Knötchen vorhanden ist; die beiden Theiläste steigen unter meist spitzem Winkel nach der Oberfläche hin und biegen bald wieder in eine beinahe senkrechte Richtung um; sie theilen sich dann in der Regel noch ein oder mehrere mal dichotomisch, wonach die etwas feiner werdenden Aeste sich in gleicher Weise verhalten; alle Aeste steigen nun als ein Büschel feiner knotig-variköser Fasern nach der Oberfläche hin, um dort mit einem verschieden starken Knötchen zu endigen, das entweder rundlich-oval, oder konisch ist. Diese Ependymfaserenden lassen sich während des ganzen Foetallebens nachweisen, sie färben sich beim Menschen jedoch schwerer in den späteren Monaten; nach der Geburt habe ich sie nicht darlegen können. Zusammen mit den aufsteigenden Aesten der Cajal'schen Zellen bilden sie ein für die Hirnrinde sehr charakteristisches dichtes Gitter- oder Palissadenwerk.

In diesem Gitterwerk der äussersten Rindenschicht liegt nun — ausser den Zellenkörpern der Cajal'schen Zellen — eine überaus grosse Anzahl von Neurogliaelementen von verschiedenartiger Gestalt. Ich brauche fortwährend für alle diese Stützelemente der Centralorgane, welche nicht den echten ursprünglichen ependymalen Charakter haben, die Benennung »Neuroglia».

Die frühesten Stadien dieser Neurogliazellen, die ich mittelst der Golgi'schen Methode in der Grosshirnrinde nachweisen konnte, kamen bei einem 28 Cm. langen Foetus vor. Ich habe in der nächsten Abhandlung (N:o 2) dieses Bandes (in der Fig. 1 der Taf. XV) mehrere solche Zellen zusammen mit Cajal'schen Zellen und Pyramidenzellen abgebildet. Einige derselben dokumentiren sich als Neurogliazellen durch ihre Gestalt, dnrch den kleinen Zellkörper und den Charakter der Fortsätze; andere sind in Betreff der letzteren noch wenig entwickelt, aber gerade deshalb um so interessanter, weil sie noch sehr frühen Stadien entsprechen; bei diesen letzteren sieht man von dem kleinen Zellkörper nur einen oder einige wenige Fortsätze entspringen, die mit keinen oder doch nur sparsamen stacheligen Aesten versehen sind. In Form und Anordnung imitiren sie hier und da die Cajal'schen Zellen, so dass man sie in diesem Stadium nur durch die Grösse unterscheiden oder sogar zuweilen zweifelhaft sein kann, welche Art von Zellen vorliegt.

Dann habe ich bei Foetus in der Mitte des *siebenten* Monates sehr schöne und reichliche Färbungen der Neurogliazellen bekommen. In den Fig. 1—3 der Taf. I sind die in diesem Stadium gewöhnlichsten Formen derselben wiedergegeben, nämlich in der Fig. 1 an einem Vertikal- und in den Fig. 2 und 3 an Tangentialschnitten der Grosshirnrinde. In der Fig. 1 sind ausserdem rechts eine Cajal'sche Zelle und in der Mitte und links zwei äussere Enden von Ependymzellen-Fortsätzen abgebildet. Alle die übrigen Gebilde sind Neurogliazellen von verschiedener Form. An der eigentlichen Oberfläche traf ich hier noch keine gefärbten Zellkörper, wohl aber viele Zellen, die, mit ihrem Körper dicht unter der Oberfläche belegen, Fortsätze nach derselben schickten und dort mit knotenförmigen Enden endigten; diese Knoten, welche wie die übrigen Theile der Zellen scharf schwarzbraun gefärbt werden, sind von verschiedener, zuweilen sehr bedeutender Grösse, so dass sie umfangreicher wie der Zellkörper sein können (Fig. 1 der Taf. I). Der Zellkörper liegt in verschiedener Tiefe unter der Oberfläche; er ist im Ganzen klein, von rundlich-ovaler oder länglich ausgezogener Gestalt und mit eckigen Aussprüngen, so auch mit einer verschieden grossen Anzahl feiner, kurzer, moosig erscheinender Fortsätze versehen, die nach verschiedenen Seiten hin ausstrahlen. Ausserdem entspringen vom Zellkörper stärkere Fortsätze in wechselnder Anzahl, so dass bald nur ein einziger, bald zwei, drei, vier oder mehrere vorkommen, welche zuweilen direkt nach der Oberfläche ziehen, öfter aber zuerst nach der Seite hin verlaufen, um dann umbiegend und oft sich einmal oder wiederholt theilend, die Oberfläche zu erreichen, wo sie mit den oben besprochenen Knötchen endigen; nach unten (innen) schicken die Zellkörper auch oft einen stärkeren Fortsatz ab, welcher getheilt oder ungetheilt, gewöhnlich aber unter Abgabe von kleinen moosigen Aesten verschieden weit hinabragt und verfeinert endigt. Der Zellkörper umschliesst gewöhnlich eng den Kern, der in den Golgi'schen Präparaten nur schwach hervortritt. In Folge der wechselnden Gestalt dieser Zellen lohnt es sich kaum, die verschiedenen foetalen Typen derselben aufzustellen und zu beschreiben.

Nach unten (innen) von dieser Zellenregion finden sich eine Menge von Neurogliazellen, welche, obwohl unter sich sehr verschiedenartig, einen von demjenigen der oben beschriebenen abweichenden Typus zeigen. In der Fig. 1 der Taf. I sind einige der gewöhnlichsten dieser Zellen wiedergegeben. Ein Theil derselben ist »sternförmig» im alten Sinne, d. h. vom rundlich-ovalen Zellkörper gehen nach verschiedenen Seiten hin mehrere Fortsätze aus, die nach aussen radiiren, dabei aber sich wiederholt dichotomisch theilen und nach kürzerem oder längerem Verlaufe frei endigen; diese Fortsätze sind oft, besonders die nach oben hin ziehenden, mit Knötchen und Zacken besetzt und schicken kleine Aeste aus. Der Gestalt und Vertheilung der Fortsätze nach variiren auch diese Zellen, wie die Fig. 1 zeigt, recht sehr; bald gehen die Fortsätze nach allen Richtungen hin, bald überwiegend nach einer Seite ab. Die letztere Varietät bildet einen Uebergang zu einer anderen, sehr eigenthümlichen Form, welche dieser foetalen Periode charakteristisch ist. Wie die Fig. 1 der Taf. I (links) zeigt, schickt der kleine, ovale Zellkörper bei einer Anzahl von Neurogliazellen einen oder zwei stärkere Fortsätze nach unten hin in die Pyramidenzellen-schicht; diese Fortsätze ziehen, hier und da dichotomisch verzweigt, sammt ihren stärkeren Aesten mehr oder weniger vertikal eine weite Strecke in die erwähnte Schicht hinab, um dort zuletzt unter feiner Verästelung zu endigen; während dieses Verlaufes schicken diese Fortsätze eine Anzahl von feinen, varikösen, verästelten, oft sogar moosigen Aestchen nach den Seiten hin. Neben diesen Zellen kommen, besonders etwas tiefer hinab, andere Zellen vor, welche solche Fortsätze nicht nur nach unten hin, sondern auch nach oben hin abgeben (Fig. 1 d. Taf. I).

Auf eine ausführlichere Beschreibung der fraglichen Neurogliazellen einzugehen, finde ich nicht nöthig. Es kommt zwar eine grosse Zahl von Varianten vor; dieselben ohne noch mehr Abbildungen zu beschreiben, lohnt sich aber kaum. Indessen habe ich zwei Partien von Tangentialschnitten beigefügt; die eine (Fig. 2 der Taf. I) ist ein Oberflächenbild, wo man von oben (aussen) her die Verzweigung und Anordnung der Fortsätze der oberflächlicheren Zellen sieht; in der zweiten (Fig. 3 der Taf. I), die nicht diese Zellen, sondern die etwas tiefer liegenden darstellt, sieht man ebenfalls die Anordnung und Verästelung der fraglichen Zellen und ausserdem noch die Befestigung einiger ihrer Fortsätze an den Blutgefäss-Scheiden, wie dieselbe schon längst von Golgi nachgewiesen und von mehreren Forschern bestätigt worden ist; ich erinnere in dieser Hinsicht besonders an v. KölLIKERS Darstellung und seine Fig. 415 (d. Handb. d. Gewebelehre Bd II, 1, 6. Aufl.), welche die entsprechenden Verhältnisse aus den Hemisphären des Kaninchen wiedergiebt. Nie sieht man aber direkte Verbindungen unter den Neurogliazellen selbst, *nie Anastomosirung* derselben.

Gegen das Ende des intrauterinen Lebens verändern sich allmählig die Typen der Neurogliazellen, jedoch ohne noch den vollständigen Charakter des ausgebildeten Zustandes zu erreichen. In den Fig. 4 und 5 der Taf. II

sind aus einer Reihe von Präparaten aus dem Stirnlappen eines noch nicht ausgetragenen (45 Cm. langen) menschlichen Foetus die gewöhnlichsten und prägnantesten Formen zusammengestellt. Hier sind echte Oberflächenelemente der Gehirnrinde sichtbar, d. h. solche, deren Zellkörper mit ihrer abgeplatteten oder etwas gewölbten oberen Fläche in dem Niveau der Rinde liegen, die Innenseite der Pia mater berührend oder sogar hier und da an ihr befestigt; zuweilen sieht man diese, von oben betrachtet, rundlich-polygonalen und verschieden grossen Zellkörper etwas hügelartig aus dem oberen Rande der Schnitte emporragen, oder sie zeigen sich sogar mit einem abgeplatteten, gefussten Knopfe versehen. Von diesen in dem Niveau der Gehirnoberfläche belegenen Zellkörpern gehen Fortsätze nach den Seiten hin und bilden, nach allen Richtungen hin radiirend, ein Oberflächennetz von Neurogliafasern, indem sie tangential durch die äusserste Rindenzone verlaufen und sich verschiedentlich durch einander weben. Vom unteren Umfang des Zellkörpers, welcher bald kurz und abgerundet, bald mehr oder weniger dreieckig nach unten hin hinabragt, gehen auch theils seitliche, theils nach unten (innen) hin ziehende Fortsätze aus, welche bald nur kurz sind, bald weit hinab durch die »Molekularschicht» und die Pyramidenzellenschicht verlaufen; diese letzteren Fortsätze sind fadenförmig, gestreckt, unverzweigt und hier und da mit Knötchen versehen (Fig. 5 der Taf. II).

Unter diesen Zellkörpern, deren Vorläufer in den früheren Perioden des Foetallebens ich bisjetzt nicht darzulegen vermochte, findet man die schon aus dem 7. Monate beschriebenen Elemente wieder, deren Körper ein wenig unter der Oberfläche der Rinde liegt, aber eine Anzahl von gewöhnlich stärkeren Fortsätzen mehr oder weniger divergirend nach der Oberfläche hin schickt, wo sie knotenförmig endigen (Fig. 4 und 5 der Taf. II). Darunter finden sich theils »sternförmige» Zellen mit vielen, nach allen Richtungen ausstrahlenden Fortsätzen, theils Zellen mit langen, ziemlich tangential verlaufenden, dicken, mit moosartigen Aesten versehenen Fortsätzen (Fig. 4 der Taf. II), welche sich zuweilen nach oben umbiegen, um an der Oberfläche zu endigen, zuweilen (Fig. 5 der Taf. II) auch nach unten hin ziehen. Dann habe ich noch die vertikal ausgestreckte Zellenart zu berücksichtigen, welche ich oben von 7-monatlichen Foetus beschrieben habe. In der That findet man die Zellen in diesem späteren Stadium wieder, obwohl sie dann eine gewisse Veränderung erfahren haben. Sie zeigen nämlich jetzt in der Regel sparsamere Fortsätze; diese sind aber, wie der Zellkörper selbst, sehr moosig, d. h. mit zahlreichen, feinen, knotig-varikösen Aesten versehen (Fig. 4 und 5 der Taf. II); die in Fig. 4 abgebildete Zelle schickt sogar zwei Fortsätze bis an die Oberfläche hinan, was seltener vorkommt.

Unter diesen Zellen trifft man nun eine Menge von Elementen, die dem »sternförmigen» Typus zugezählt werden müssen, obwohl sie recht grosse Wechselungen und auch Uebergänge zu den anderen Formen zeigen können, indem von ihnen ein oder mehrere längere Fortsätze entspringen (Fig. 4 und 5 der Taf. II). Die Fortsätze dieser Zellen sind zuweilen mit grösseren oder kleineren tropfenförmigen Verdickungen (»Varikositäten») besetzt (Fig. 4 und 5). Hier und da trifft man Neurogliazellen, welche einige Fortsätze zu einer Gefässwand schicken, an der sie sich mit konischem Fusse befestigen (Fig. 5 der Taf. II, rechts) oder lange Fortsätze den Gefässwänden parallel entsenden und dieselben damit gewissermassen umstricken, wie Golgi und später Andriezen genauer beschrieben haben.

Ich habe die Neuroglia des Gehirns auch bei einer Anzahl von *neugeborenen* Kindern untersucht und die Verhältnisse den eben geschilderten vom 45 Cm. langen Foetus so ähnlich gefunden, dass es hinreichend ist, auf die beigegebenen Figuren hinzuweisen. In Fig. 1 der Taf. II ist ein Vertikalschnitt, in Fig. 2 eine Zelle aus der Marksubstanz und in Fig. 3 ein Oberflächenbild eines 48 Cm. langen ausgetragenen Foetus dargestellt. Die in der Fig. 2 abgebildete Sternzelle aus der Marksubstanz zeigt, wie schon die unterste Zelle der Fig. 1, die schon eingetroffene Differenzirung der für die weisse Substanz charakteristischen Neurogliazellen. In der Fig. 3 sind vier Oberflächenzellen von oben her gesehen. *Anastomosen* unter den Gliazellen sind *nie* sichtbar.

In den *ersten Monaten nach der Geburt* behalten zwar die meisten Neurogliazellen der Grosshirnrinde ihren oben beschriebenen Charakter bei, nehmen aber mehr und mehr den Typus des ausgebildeten Stadiums an; dies ist vor Allem betreffs der oberflächlicheren Zellen der Fall. Die Fig. 1, 2 und 3 der Taf. III sind vom *zweimonatlichen*, die Fig. 4 und 5 ders. Tafel vom *dreimonatlichen* Kinde. In den Fig. 1 und 4 erkennt man die an der Oberfläche liegenden, hier und da knopfförmig emporragenden Zellkörper mit ihren tangential verlaufenden und ihren nach unten ziehenden sehr langen gestreckten Faserfortsätzen; ferner die verschieden weit unter der Oberfläche belegenen Zellkörper, die eine wechselnde Anzahl von divergirenden Fortsätzen nach der Oberfläche hin senden; dann weiter unten die eigenthümlichen, langen, mehr oder weniger vertikal gestellten, moosigen

Zellen und schliesslich die Sternzellen, welche in der grauen Substanz eine verästelte und moosige, gewundene, in der weissen (Fig. 2) eine wenig verästelte, feinfaserige, gestreckte Beschaffenheit der Fortsätze darbieten. Von der Oberfläche der Rinde her gesehen (Fig. 3 und 5 der Taf. III) zeigen die in derselben belegenen Zellkörper eine scharf contourirte, eckig-rundliche oder ovale Gestalt, und von ihnen entspringen nach verschiedenen Seiten hin lange, feine, faserige, gestreckt oder wenig geknickte, hier und da mit Knötchen besetzte Fortsätze, die sich kreuzen und den oben erwähnten Neurogliafilz der Rindenoberfläche bilden; ausserdem bemerkt man noch die von den Zellkörpern nach unten ausgehenden feinen, kurzen Fortsätze.

Schon am Ende des *ersten* Jahres und noch mehr in den zunächst folgenden Jahren gewinnen die Neurogliazellen der Grosshirnrinde ihre fertigen, ausgebildeten Formen. In der Fig. 1 der Taf. IV und in der Fig. 2 derselben Tafel habe ich zwei Partien von Vertikalschnitten als Beispiele mitgetheilt; jene rührt vom Stirnlappen eines *1-jährigen*, diese vom Stirnlappen eines *5$^1/_2$-jährigen Kindes* her. Die Neurogliazellen lassen sich nunmehr auf etwa *vier* Typen zurückführen, nämlich auf die mit dem Zellkörper die Oberfläche berührenden Zellen, deren lange fadige Fortsätze theils tangential in der Rindenoberfläche verlaufen, theils mehr oder weniger vertikal durch die äusseren Rindenschichten (die »Molekular»- und Pyramidenzellenschicht) ziehen, ferner auf die etwas unter der Oberfläche belegenen Zellkörper, welche Fortsätze bis zur Oberfläche der Rinde schicken, und endlich auf zwei Arten von Sternzellen, von denen die einen mit reichlicher verästelten, moosigen Fortsätzen versehen sind und der grauen Substanz angehören, die anderen lange feine, fadige, gestreckte und fast nur am Ursprung verzweigte Fortsätze besitzen. Für die Darstellung der Neuroglia wäre es gewiss bequem, ja sogar nothwendig, für die verschiedenen Typen besondere Benennungen zu haben. Zwar giebt es zwischen diesen Typen auch gewisse Uebergangsformen, welche ihre Zusammengehörigkeit beweisen; die meisten Elemente haben jedoch einen bestimmten Charakter und lassen sich ohne Zwang zu dem einen oder dem anderen Typus hinführen. Was nun die Benennungen betrifft, so hat von Kölliker die Neurogliazellen in *Kurz-* und *Langstrahler* getheilt, und diese Namen entsprechen in mancher Hinsicht den Verhältnissen, indem sie einen wichtigen Charakter der fraglichen Elemente berücksichtigen. Man könnte sie, auf Grund einer anderen Eigenschaft, auch *Krausstrahler* und *Schlichtstrahler* nennen, weil Kurzstrahler zugleich in Folge der moosigen, gewundenen und verästelten Beschaffenheit der Fortsätze ein gekraustes, die Langstrahler dagegen in Folge des geraden oder gestreckten Verlaufes ein schlichtes oder schlichthaariges Aussehen darbieten. Diese Benennungen reichen indessen nicht hin, um die verschiedenen Typen der Neurogliazellen zu charakterisiren, sondern sie sind eher als eine Classifikation der Typen zu betrachten, bei welcher noch Unterabtheilungen wünschenswerth sind. In Folge der vielen Formwechselungen ist es jedoch schwer, ganz zutreffende Benennungen zu finden.

Von Interesse ist es nun, die Neurogliazellen der Grosshirnrinde mit denen des Rückenmarks zu vergleichen, wie sie M. von Lenhossék[1] und *ich*[2] beschrieben haben. In der That lassen sich diejenigen des Gehirns auf die des Rückenmarks zurückführen. Es ist eine auffallende Uebereinstimmung der Typen vorhanden. Die Kurz- oder Krausstrahler der grauen Rückenmarksubstanz sind denen der grauen Substanz der Hirnrinde ähnlich; die des Rückenmarkes bieten zwar vielleicht mehr von der »Sternform» abweichende Varianten dar, im Ganzen sind sie jedoch von einem und demselben Typus. Im Inneren des Rückenmarks kommen dann auch langstrahlige »Sternzellen», und zwar ventral vom Centralkanal, in der vorderen weissen Commissur vor; diese für die Marksubstanz charakteristische Art von Zellen kommt nun überall in der weissen Substanz des Gehirns vor. Aber auch die oberflächlicheren Neurogliazellen des Rückenmarks, die die Stränge durchlaufen und entweder mit den Zellkörpern oder mit von ihnen ausgehenden Fortsätzen die Oberfläche erreichen, sind den entsprechenden Elementen der Grosshirnrinde vergleichbar. Beide schicken vom inneren Ende des Zellkörpers ein Büschel langer schlichter Fortsätze nach innen hin, obwohl diese Zellen im Gehirn als etwas regelmässiger geformt erscheinen; im Rückenmark giebt es auch, wie im Gehirn, Zellen, deren Körper etwas unter der Oberfläche liegen und eine Anzahl von Fortsätzen nach derselben hin schicken. Wenn man berücksichtigt, dass es auch in der äussersten Schicht der Gehirnrinde eine weisse Marklage giebt, so ist die Uebereinstimmung auffallend; in der Gehirnrinde senden aber die langstrahligen Zellen ihre Fortsätze tief in die grauen Schichten hinab.

Die an der Oberfläche der Hirnrinde befindlichen Zellkörper, welche ein Büschel langer, gestreckter Fadenfortsätze in die unterliegenden Schichten senden, hat offenbar Lloyd Andriezen gesehen; er giebt von ihnen eine

[1] M. von Lenhossék, Zur Kenntniss der Neuroglia des menschlichen Rückenmarks. Verh. d. Anatom. Gesellsch. auf d. fünften Versamml. in München, 1891.
[2] Gustaf Retzius, Studien über Ependym und Neuroglia. Biolog. Unters. v. G. Retzius. N. F., Bd V, 2, 1893.

ziemlich zutreffende Abbildung (Fig. 7 seiner oben angeführten Abhandlung) und nennt sie »caudate glia cells». Diese Benennung, »geschwänzte Zellen» oder Schwanzzellen, trifft recht gut zu, obwohl sie nicht die anderen Eigenschaften der Zellen, die Belegenheit des Zellkörpers an oder neben der Oberfläche und das Vorhandensein der von ihnen ausgehenden tangentialen Fortsätze, welche das Filzwerk von Gliafasern an der Hirnoberfläche bilden, berücksichtigt.

Wie ich oben hervorgehoben habe, ist es für die Beschreibung der Neuroglia- oder, kürzer ausgedrückt, Gliazellen (Gliäcyten) wichtig, Benennungen der verschiedenen Typen derselben festzustellen. Da ich stets ungern neue Namen einführe, sobald brauchbare schon von anderen Forschern vorgeschlagen sind, so werde ich im Anschluss an die von VON KÖLLIKER und LLOYD ANDRIEZEN angewendeten nur das mir nöthig Erscheinende hinzufügen, um die wesentlichen Typen bezeichnen zu können. Ich unterscheide also die *Sternstrahler* (*asteroide Gliäcyten*) und die *Schwanzstrahler* (*ureide Gliäcyten*),[1] je nachdem die Fortsätze nach *allen* Richtungen hin ausstrahlen oder vorwiegend nach *einer* Richtung hin verlaufen. Die ersteren entsprechen mithin den *Deiters'schen* oder *Golgi'schen Neurogliazellen* (den *Spinnenzellen, Sternzellen* der Autoren). Die letzteren sind *»the caudate glia cells»* LLOYD ANDRIEZEN's. Bei den Sternstrahlern unterscheide ich dann nach VON KÖLLIKER *Kurzsternstrahler* und *Langsternstrahler* (*macroasteroide* und *brachyasteroide Gliäcyten*). Bei den Schwanzstrahlern in gleicher Weise *Langschwanzstrahler* und *Kurzschwanzstrahler* (*macroureide* und *brachyureide Gliäcyten*). In diese Gruppen können nun die meisten Gliäcyten eingeordnet werden. Es giebt aber noch einige abweichende Formen, die nicht ohne Zwang unter diesen Bezeichnungen aufgeführt werden können. Erstens giebt es den schon oben mehrfach beschriebenen vierten Typus von Gliäcyten in der Grosshirnrinde, die nämlich, welche ihren Zellkörper etwas unter der Oberfläche belegen haben und von ihm aus eine Anzahl Fortsätze an dieselbe schicken, die dort mit Knötchen oder Füsschen endigen; diese Zellen sind in der Regel »sternförmig», Sternstrahler, aber die nach der Oberfläche gehenden Fortsätze sind länger und dort mit Endfüsschen versehen. Solche Zellen kommen auch in der Nähe von Blutgefässen vor, wo sie mit ihren konisch angeschwollenen Füsschen anheften. Ich werde sie *Fuss-Sternstrahler* (*podasteroide Gliäcyten*) nennen. Daneben kommen Gliazellen vor, welche nicht nur nach einer, sondern nach zwei Richtungen hin ungefähr ebenso stark entwickelte lange »Strahlschwänze» aussenden und in ihrer Gesammtform gewissermassen einer Sanduhr ähneln. Ich finde es aber richtiger, keinen neuen Gesichtspunkt einzuführen, sondern sie (nach den »caudate glia cells») als *Doppelschwanzstrahler* (biureide Gliäcyten) aufzuführen. Endlich giebt es Gliäcyten, welche *nur* flächenförmig ausgebreitet sind; solche Elemente kommen hier und da an der Oberfläche der Hirnrinde vor, und zu dieser Kategorie gehören auch die von LLOYD ANDRIEZEN beschriebenen, scheidenförmig um die Blutgefässe angeordneten Elemente; sie breiten sich also theils mehr in einer planen, theils mehr in einer gekrümmten Fläche aus. Ich werde sie als *Flächenstrahler* (plakoide Gliäcyten) bezeichnen; dieselben sind also entweder mehr plan, oder mehr tubulär.

Dagegen finde ich es jetzt nicht nöthig, die übrigen abweichenden Formen mit besonderen Namen zu belegen, vor Allem nicht die oben beschriebenen embryonalen und foetalen Typen, ebenso wie ich auch die verschiedenen Formen der Ependymzellen, resp. Fasern und ihre Uebergangsformen zu Gliäcyten nicht durch besondere Bezeichnungen differenziren will, obwohl es in der Zukunft wahrscheinlich gethan werden wird.

In Zusammenhang mit dieser Namenerörterung kann ich nicht umhin, auch in Betreff der Benennung der verschiedenen Schichten der Grosshirnrinde einige Worte zu äussern. Die äusserste Schicht wird seit Alters her als die erste, die zellenarme oder die Molekularschicht (die feinkörnige Schicht) bezeichnet. Keine dieser Bezeichnungen ist nunmehr passend. Meiner Ansicht nach ist hier der einzige gute Eintheilungsgrund die Art der in den verschiedenen Schichten befindlichen Nervenzellen, welche doch für eine jede das am meisten Bestimmende ist, wie man dies auch schon seit lange für die Pyramidenzellenschichten allgemein angenommen hat. Für die äusserste Schicht sind nun gerade die nervösen Zellen derselben, die Cajal'schen, das am meisten Charakteristische. Diese Zellen finden sich mit ihren Fortsätzen in verschiedenen Niveaus von der Oberfläche bis zur Kleinpyramidenzellenschicht und treten sogar, nach Allem was man bis jetzt kennt, nicht in diese Schicht hinein; die Cajal'schen Zellen mit ihren Fortsätzen haben also nur die äusserste Schicht ein, durchspinnen sie aber, vor Allem beim Menschen, in allen Richtungen. Ich finde es also sehr angemessen, diese Schicht nach den genannten Zellen

[1] In gewisser Hinsicht ähnelt ihre Form oft Kometenschwänzen, und vielleicht wird Jemand, um die astronomischen Beziehungen zu den Sternen aufrecht zu halten vorschlagen, die fraglichen Gebilde »Kometenzellen» zu nennen!

zu benennen und, um die Bezeichnung so gedrungen wie möglich zu machen, sie als *die Schicht der Cajal'schen Zellen* oder kürzer als die *Cajalzellenschicht* zu bezeichnen, ganz in Uebereinstimmung mit den unter ihr befindlichen Schichten, der *Schicht der Kleinpyramidenzellen* oder *Kleinpyramidenzellenschicht* (Kleinpyramidenschicht), und der *Schicht der Grosspyramidenzellen* oder *Grosspyramidenzellenschicht* (Grosspyramidenschicht). Für die vierte, über der Markschicht belegene Zellenschicht ist wohl die Benennung CAJAL's: *die Schicht der polymorphen Zellen* oder *Polymorphzellenschicht* anwendbar.

Nach dieser Ausschweifung auf dem Gebiete der Nomenclatur kehre ich zu der Darstellung der Neuroglia der Grosshirnrinde zurück. Die letzten Stadien, die ich oben beschrieben habe, sind die des 1-jährigen und des $5\frac{1}{2}$-jährigen Kindes. Beim 8-jährigen sah ich keinen Unterschied und ich habe daher keine Abbildungen davon gegeben. Vom *17-jährigen* Manne theile ich in der Fig. 3 der Taf. IV eine Abbildung mit; man erkennt hier die schon beim Kinde vorhandenen Formen der Gliazellen. Beim *33-jährigen* Manne (Fig. 4 der Taf. IV) ist dasselbe der Fall. An einem Langschwanzstrahler findet sich hier ein die Hirnoberfläche überragender, kolossaler, balongförmiger Vorsprung; solche Vorsprünge, obwohl von geringerem Umfang, kommen hin und wieder vor und müssen der Pia angeheftet gewesen sein, wie es auch da oft nachweisbar ist, wo die Pia der Hirnrinde noch anliegt.

Dann habe ich die Neuroglia bei verschiedenen menschlichen Gehirnen im Stadium des Mittelalters untersucht. In der Fig. 1 der Taf. V ist aus dem Stirnlappen eines *42-jährigen* Weibes eine Partie eines Vertikalschnittes und in der Fig. 5 der Taf. IV ein Tangentialschnitt (aus Gyr. centr. post.) wiedergegeben. Man erkennt (in der letzt genannten Figur) sogleich die oben beschriebenen Haupttypen, Sternstrahler und Schwanzstrahler in verschiedenen Varianten; auffallend sind vor Allem die dicken, grobarmigen Sternstrahler, welche wir in den jüngeren Gehirnen kaum in so ausgeprägter Gestalt angetroffen haben. Ferner sind mehrere Fusssternstrahler vorhanden, die ihre Fortsätze nach der Oberfläche hin schicken. An der letzteren erkennt man auch einen echten Flächenstrahler (ohne Schwanz). Endlich findet sich an dem Blutgefäss (links) eine an solchen Gefässen zuweilen vorkommende eigenthümliche Form, welche von LLOYD ANDRIEZEN nicht dargestellt worden ist, wo nämlich der Zellkörper sich der Gefässscheide flächenförmig anschmiegt, die Fortsätze dieselbe aber nicht umspinnen, sondern im Gegentheil in die Hirnsubstanz ausstrahlen. Das Tangentialbild stellt, von der Oberfläche gesehen, vier Schwanzstrahler dar, an denen wohl ein Theil der Flächenfortsätze, jedoch nicht die Schwänze wahrzunehmen sind. Zwischen ihnen liegt eine Zelle, die wahrscheinlich der Kategorie der Fusssternstrahler entspricht, obwohl sie nicht typisch erscheint, und endlich ist eine Gruppe etwas tiefer liegender Sternstrahler sichtbar.

Ich habe auch die Neuroglia der Grosshirnhemisphären älterer Individuen untersucht und hier stets übereinstimmende Verhältnisse gefunden. Deshalb theile ich aus den folgenden Stadien nur einige Abbildungen aus dem Gehirn eines *70-jährigen* Mannes mit. Die Fig. 2—5 der Taf. V stellen Partien von Vertikalschnitten aus der Parietalregion des Grosshirns dar. In allen erkennt man die schon oben eingehender beschriebenen Typen der Gliäcyten. Unter den Sternstrahlern fallen auch hier die in den älteren Perioden des Lebens zahlreich vorkommenden grobarmigen Zellen (Fig. 2 und 5) auf. Ferner sind an der Oberfläche mehrere Flächenstrahler (Fig. 2 und 3) sichtbar. Feinstrahlige Zellen sind aber noch zahlreich vorhanden, und zuweilen sind sie so reichlich verästelt, dass sie, wenn man sie nicht genauer betrachtet, als schwarze Klumpen imponiren können (Fig. 5). In der Fig. 2 habe ich eine Zelle ganz derselben Art abgebildet, wie in der Fig. 1 der Taf. IV vom 42-jährigen Weibe, eine Zelle nämlich, deren Körper sich längs der Gefässscheide anschmiegt, die Fortsätze aber in die Hirnsubstanz aussendet. Das, was bei der Untersuchung der Neuroglia der Hirnrinde älterer Individuen besonders auffällt, ist das Steiferwerden der Fortsätze der der Oberfläche zunächst liegenden Elemente; sie erscheinen gestreckter, gröber und mit weniger Aestchen besetzt. Ob die Fortsätze auch rareficirt werden, darf ich nicht sagen; in den Präparaten scheint es der Fall zu sein, aber es kann auch von der Golgi'schen Methode herrühren, indem beim alten Gewebe vielleicht eine geringere Anzahl der Fortsätze gefärbt wird.

B. Die Neuroglia der Grosshirnrinde des Hundes, der Katze und des Kaninchens.

(Taf. VI—VIII.)

Des Vergleiches mit den Verhältnissen beim Menschen wegen habe ich auch in dieser Hinsicht bei mehreren Säugethieren Untersuchungen angestellt, vor Allem bei dem Hund, der Katze, dem Kaninchen, der Ratte und der Maus, aber auch bei dem Ochsen, dem Schaf und dem Schwein. Hier theile ich indessen nur meine Befunde bei dem Hunde, der Katze und dem Kaninchen mit. Eine ausführliche Beschreibung finde ich nicht nöthig, da die beigegebenen Figuren die Verhältnisse besser veranschaulichen als die wörtliche Schilderung.

Beim *Hunde* (Taf. VI) beschränke ich mich auf eine Darstellung der Gliäcyten aus dem 1. und 2. Monate nach der Geburt und im erwachsenen (alten) Zustande. Schon bei zwei früheren Gelegenheiten habe ich die wichtigeren Typen beschrieben und abgebildet. Von der hier unten auf der Taf. VI mitgetheilten Figuren stellt die Fig. 1 die Rindenpartie eines 2-monatlichen und die Fig. 3 die eines 1-monatlichen Hundes dar. Die Fig. 2 giebt drei Gliazellen aus der Marksubstanz des 2-monatlichen Hundes wieder. In diesen Figuren erkennt man ohne Schwierigkeit die oben beim Menschen dargelegten Typen, obwohl beim Hunde gewisse Differenzen scharf hervortreten. Also haben wir hier im Inneren die *Sternstrahler,* nämlich die Kurzstrahler in der grauen Substanz (Fig. 1) und die Langstrahler (Fig. 2), obwohl hier die Benennungen Kraus- und Schlichtstrahler vielleicht passender wären. Die Kurzstrahler haben nämlich ein ausgeprägt krauses oder sogar moosiges Aussehen, während die Langstrahler der weissen Substanz meistens schlichte, gerade, feine Fortsätze zeigen, die oft keine bedeutende Länge haben. Von den die Oberfläche erreichenden Gliäcyten sind Fusssternstrahler beim Hunde besonders schön ausgebildet; die Fig. 1 und 3 stellen mehrere Beispiele von ihnen dar; man sieht hier von dem mit zahlreichen feinen Aesten versehenen Zellkörper, der im Ganzen ein moosiges Aussehen darbietet, die nach der Oberfläche ziehenden stärkeren Fortsätze ausgehen und, oft mit feinen, verzweigten Aestchen besetzt, an der Oberfläche selbst mit Knöpfchen oder konischen Füssen endigen; ausserdem sendet der Zellkörper auch oft einen Fortsatz oder einen moosigen Zopf nach unten hin ab. Die Schwanzstrahler sind auch vorhanden, obwohl sie eine etwas abweichende Gestalt zeigen, indem manche der an der Oberfläche belegenen breiten, knopfförmigen Zellkörper eine Anzahl von stärkeren, aber nicht besonders langen, oft moosig verästelten Fortsätzen entsenden, während andere nur einen Büschel kurzer moosiger Aeste abgeben. Eigenthümliche Formen mit seitlich gelegenen, an der Oberfläche endenden Fortsätzen kommen auch vor (Fig. 3).

Bei der Betrachtung der von der Pia vorsichtig befreiten Hirnoberfläche von aussen (oben) her erkennt man hier und da die gefärbten, an der Oberfläche belegenen Zellkörper der Schwanzstrahler und sieht von ihnen oft Fortsätze nach den Seiten hin ausstrahlen (Fig. 4, *a*, links); die Zellkörper sind rundlich-oval, zuweilen etwas eckig. Hier und da trifft man nun Partien der Oberfläche, an welchen nicht nur einzelne Zellkörper oder Gruppen von ihnen braunschwarz gefärbt sind, sondern auch zwischen denselben eine epithelioide Mosaikzeichnung (Fig. 4, *b*, rechts), deren rundlich-polygonale Felder verschieden gross sind. Ich kann nach genauer Betrachtung einer Anzahl solcher Präparate diese Mosaikzeichnung nicht anders deuten, als dass die Felder den Zellkörpern und den Fortsatzenden, Füssen, der an der Oberfläche befindlichen Zellkörper entsprechen. Es ist nicht unmöglich, dass es gerade dieses Mosaik gewesen ist, welches zuweilen von Forschern für eine epitheliale (endotheliale) Membran genommen wurde. Wenn man bedenkt, wie die Struktur hier gestaltet werden muss, kann es kaum etwas anders sein als eine Mosaikanordnung, indem ja eine dichte Masse von rundlich polygonalen Zellkörpern und zwischen ihnen befindlichen Füssen der Fusssternstrahler gerade die Oberfläche bildet. Bei starker Färbung mittelst der Golgi'schen Methode werden so viele dieser Endplatten geschwärzt, dass man das Mosaik nicht zu dechiffriren vermag, bei der schwächeren Färbung aber, wo die meisten Endplatten nur in ihren Contouren hervortreten (Fig. 4, *b*), liegt das Bild klar und deutlich vor. An Vertikalschnitten sieht man oft Gruppen von stark gefärbten Zellen (Fig. 3, rechts), wo die Grenzen der einzelnen Zellen nur schwer demonstrirbar sind. Man kann aber leicht fassen, dass sie zusammen ein Mosaik an der Oberfläche bilden müssen. An solchen Vertikalschnitten bemerkt man bei festsitzender Pia hier und da auch, dass diese Zellenkörperflächen der Pia dicht anliegen; zuweilen ragen sie aber, wie beim Menschen, knopfförmig über die Oberfläche empor, indem sie mit ihrer Endfläche einem Blutgefäss der Pia anhaften (Fig. 3, links).

Wenn wir dann nachsehen, wie sich die Verhältnisse im ausgebildeten Hundegehirn gestalten, so finden wir, wie die Fig. 5 und 6 der Tafel VI darthun, dass sie denen des jüngeren Stadiums sehr ähnlich sind. Die Schwanzstrahler sind aber etwas weiter entwickelt, zeigen nicht selten bedeutend breite, obere Zellkörperplatten, haben oft etwas längere und schlichtere Fortsätze als früher und sind weniger »moosig». Ausserdem trifft man hier an der Oberfläche tangentiale Fortsätze der Schwanzstrahler und auch besondere Flächenstrahler, obwohl diese tangentialen Faserausbreitungen nicht die starke Ausbildung zeigen wie im menschlichen Gehirn. Die Sternstrahler sind im ausgebildeten Hundegehirn denjenigen der jüngeren Altersperiode sehr ähnlich gestaltet.

Die in den Figuren abgebildeten Gliäcyten können zwar einen allgemeinen Begriff von den im Hundegehirn vorkommenden Formen darbieten; sie repräsentiren aber nicht alle Formen, denn es giebt eine Menge von Varianten, vor Allem in der Oberflächenschicht.

Auf derselben Tafel habe ich noch eine Figur (Fig. 7) mitgetheilt, die die äusseren Enden der Ependymzellen von einem neugeborenen, oder richtiger 5 Tage alten, Hunde vorstellt. Ich habe früher (Biol. Unt., N. F. B. V., Taf. I, Fig. 1) solche Zellen von einem 14 Cm. langen Hundefoetus veröffentlicht. Ich meinte, es könne von Interesse sein, zu zeigen, dass diese Fasern noch nach der Geburt des Hundes darstellbar sind und wie sie sich dann verhalten. Wie man sieht, haben sie hier denselben Typus, sind vielleicht nur etwas stärker entwickelt und ragen mit ihren knopfförmigen Enden bis an die Oberfläche hinan; zwischen ihnen sind drei Gliäcyten abgebildet, welche sämmtlich eigenthümliche Formen darbieten.

Bei der *Katze* (Taf. VII) findet man im ausgebildeten Stadium (Fig. 4—6) denjenigen des Hundegehirns sehr ähnliche Verhältnisse. Die Gliäcyten sind relativ gross und kräftig entwickelt, und die Elemente der Oberflächenschichten bieten im Allgemeinen ein ausgeprägt »moosiges» Aussehen dar. Uebrigens erkennt man hier ungefähr dieselben Formen wie im Hundegehirn, so dass ich auf eine eingehendere Beschreibung verzichte und auf die Abbildungen hinweise. Hier bemerkt man den scharfen Unterschied zwischen den Kurzsternstrahlern der grauen Substanz (Fig. 4) und den Langsternstrahlern der weissen Substanz (Fig. 5), ferner die verschiedenen Formen der Schwanzsternstrahler (Fig. 4) und die Fusssternstrahler, die jedoch in der Fig. 4 nur schwach repräsentirt sind. Von der Oberfläche betrachtet bieten die Zellenkörper der Schwanzstrahler (Fig. 6, 7, 8) mit ihren Fortsätzen ähnliche Gestalten dar; nur trifft man hier oft eigenthümliche, tropfförmige Vorsprünge, Unregelmässigkeiten und Einschnürungen der Endplatten (Fig. 7). Solche Schwanzstrahler sind auch an grösseren, in die Hirnsubstanz hineindringenden Blutgefässen vorhanden (Fig. 9), wo die Zelle von der Seite her gesehen wird.

In jüngeren Stadien, in den ersten beiden Wochen nach der Geburt, bei der 15 Tage (Fig. 3), der 13 Tage (Fig. 2) und der 8 Tage alten Katze (Fig. 1) findet man viel schwächer ausgebildete Gliäcyten. Zwar erkennt man die Haupttypen; manche der fraglichen Elemente zeigen aber noch gewissermassen einen embryonalen Habitus; dies ist besonders bei dem 8 Tage alten Thiere der Fall, aber noch bei dem 15 Tage alten sind Formen vorhanden, die später verschwinden oder modificirt werden. In der Fig. 2 habe ich auch die äusseren Enden zweier Ependymzellenfasern wiedergegeben, weil es von Interesse ist zu sehen, dass, wie beim Hunde, diese Elemente noch so lange nach der Geburt in ihrer foetalen Gestalt nachweisbar sind.

Beim *Kaninchen* (Taf. VIII) ähneln die Gliazellen der Grosshirnrinde, dem Hauptcharakter nach, ebenfalls denjenigen des Hunde- und Katzengehirns. Die »moosige» Beschaffenheit derselben tritt aber noch prägnanter hervor. Auch hier erkennt man die beim Menschen vorkommenden Typen, obwohl in ziemlich modifizirter Gestalt. Die Sternstrahler behalten aber auch hier ihr typisches Aussehen; von ihnen sind indessen in den Figuren (Fig. 1, 4, 7) nur Kurzsternstrahler abgebildet. Die Fusssternstrahler sind in der Hirnrinde des Kaninchens stark vertreten (Fig. 1, 4) und bieten manche interessante Varianten dar; bald ist nur ein solcher Fussfortsatz vorhanden; bald sind mehrere da, und zwar von sehr verschiedener Länge, je nachdem der Zellkörper mehr oder weniger tief unter der Oberfläche liegt. Der Zellkörper dieser Zellen ist oft mit einer Unzahl nach allen Richtungen ausstrahlender, feiner, moosiger Fortsätze versehen, so dass das Ganze wie ein schwarzer moosiger Ballen aussieht, in dessen Bau das Auge nicht einzudringen vermag (Fig. 1). Die mit ihrem Zellkörper an der Oberfläche liegenden Schwanzstrahler sind oft sehr breit, die Fortsätze des Schwanzes sind aber nicht besonders lang und in der Regel mit vielen kleinen Aestchen besetzt. Es giebt aber auch Schwanzstrahler, deren Zellkörperplatte klein ist, so dass das Oberflächenmosaik dieser Platten und der zwischen ihnen liegenden Füsse der Fusssternstrahler-

fortsätze grosse und kleine Felder in bunter Mischung enthält. Tangentiale Fortsätze der Schwanzstrahler sind sehr sparsam vorhanden (Fig. 7).

In jüngeren Stadien, beim neugeborenen Thier und in der ersten Woche nach der Geburt präsentiren die Gliäcyten theilweise noch foetale Charaktere. Dies ist besonders der Fall in den ersten beiden Tagen nach der Geburt, wie die Fig. 3 von einem $1^1/_2$ Tage alten Jungen darthut, wo Gliäcyten vorliegen, welche denen des Menschen aus der späteren Hälfte der Foetalperiode ähnlich sind. Schon bei dem 4 Tage alten Jungen sind die Elemente in mehr ausgebildetem Zustande vorhanden. Beim 14 Tage alten Kaninchen (Fig. 1) sind sie, wie oben beschrieben wurde, schon ziemlich fertig, sowie sie später beim alten Thier (Fig. 4 und 7) vorliegen. In den Fig. 2 und 3 sind des Vergleiches wegen auch Cajal'sche Zellen wiedergegeben.

C. Die Neuroglia der Grosshirnganglien, der Medulla oblongata und der Insula Reilii des Menschen (Taf. IX).

Im Anschluss an die Darstellung der Neuroglia der Rinde der Grosshirnhemisphären wäre es von besonderem Interesse, alle die in ihrem Bau abweichenden Theile des Gehirns zu untersuchen. Es liegt indessen nicht in dem Plane dieser Arbeit, eine so umfassende Untersuchung diesmal auszuführen, sondern nur eine übersichtliche Darstellung der vorhandenen Gliaelemente zu geben. Deswegen werde ich mich darauf beschränken, die in den grösseren Grosshirnganglien vorkommenden Typen nachzuweisen und kurz ausserdem diejenigen der Hirnrinde in der Insula Reilii zu besprechen.

Ich beginne mit den *Corpora quadrigemina*. In der Fig. 1 der Taf. IX habe ich einen vertikalen Frontalschnitt des Corpus quadrigeminum anterius eines 42 Cm. langen Menschenfoetus dargestellt. Man trifft hier die oben aus der Hämisphärenrinde beschriebenen Typen wieder. Unten in der Figur sind Sternstrahler abgebildet, und zwar Kurzsternstrahler. An der Oberfläche des Hirntheils sieht man die Zellkörper von Schwanzstrahlern, die theils an der Oberfläche selbst, theils etwas unter ihr liegen und eine Anzahl kurzer, trichterförmig divergirender Fortsätze an die Oberfläche schicken, welche sich theilweise in der Oberflächenschicht ausbreiten und sich durch einander weben. Diese Schwanzstrahler senden nach unten (innen) bald kürzere, bald längere, ja sogar sehr lange Büschel von Fortsätzen aus; hier sind also sowohl Kurzschwanzstrahler wie Langschwanzstrahler vorhanden. Etwas tiefer unter der Oberfläche kommen ferner Schwanzstrahler vor, die mit ihren oberen Fortsätzen die Oberfläche nicht erreichen. Uebergangsformen zwischen den Schwanzstrahlern und den Sternstrahlern sind auch vertreten. Die nach der Oberfläche strebenden Fortsätze sind in der Regel mit Knoten besetzt.

In den *Corpora quadrigemina posteriora* sind dieselben Typen der Gliäcyten vorhanden.

Bei der Untersuchung der Rindenschichten der *Thalami optici* trifft man nun auch die beschriebenen Typen der Gliaelemente. In der Fig. 2 habe ich einen vertikalen Frontalschnitt des Putamen wiedergegeben. Sternstrahler sind im Inneren des Theiles vorhanden, und Schwanzstrahler liegen mit ihren Körpern an oder dicht unter der Oberfläche, ihre langen Schwänze tief nach innen (unten) sendend. Hier bemerkt man noch (rechts in der Figur) einen Fusssternstrahler, welcher die äusseren Fortsätze bis an die Oberfläche, zugleich aber auch einen Schwanzbüschel nach innen schickt, also eine Uebergangsform zwischen Fusssternstrahlern und Schwanzstrahlern bildet.

Aus den *Corpora striata* habe ich bis jetzt keine guten Präparate erhalten, und ich theile deshalb nur des Vergleiches wegen eine kleine Partie (Fig. 3) eines Vertikalschnittes aus dem Gehirn eines alten (65-jährigen) Mannes mit, welche einige der in meinen fraglichen Präparaten vorkommenden Gliazellen darbietet. Die Sternstrahler im Inneren sind schön ausgebildet; die der Oberfläche näher belegenen Elemente mit ihren steif ausstrahlenden Fortsätzen sind eigenthümlich und bedürfen eine weitere Untersuchung.

Ferner habe ich auch des Vergleiches wegen auf derselben Tafel (IX) eine Rindenpartie eines Querschnitts der *Medulla oblongata* vom menschlichen Foetus im 7. Monate wiedergegeben, um die in diesem Gehirntheil vorkommenden wichtigeren Typen der Gliazellen zu zeigen. Wie von vornherein anzunehmen war, stimmen diese Elemente vor Allem mit denen des Rückenmarks überein, wie sie von M. von Lenhossék und *mir* früher geschildert worden sind. In den grauen Partien im Inneren sind Kurzsternstrahler, in den weissen aber Langsternstrahler vor-

handen, und an der Oberfläche oder dicht unter ihr befinden sich die Zellkörper von zahlreichen Schwanzstrahlern, welche kurze Fortsätze nach oder an der Oberfläche aussenden und die langen Schwanzbüschel centralwärts abgeben. Bei stärkerer Färbung dieser Schwanzstrahler bekommt man ein so dichtes Gewirr von Zellkörpern und Fasern, dass sie nur schwer dechiffrirbar sind, wie oben in der Figur ersichtlich ist. Obwohl also die Gliazellen der Rinde und des Inneren der Medulla oblongata denjenigen des Rückenmarks sehr ähnlich sind, so lassen sich jedoch, wie man leicht findet, auch Vergleichspunkte mit denjenigen der Hirnganglien und sogar der Hemisphärenrinde nachweisen.

In den Querschnitten von der Medulla oblongata der menschlichen Foetus bekommt man oft gute Färbung der Elemente der *Oliven.* Da es mir von Interesse zu sein schien, auch die Gliazellen dieses Gehirntheils zu demonstriren, theile ich, auf der Taf. X eine Abbildung desselben obwohl bei schwächerer Vergrösserung, mit (Fig. 7). Wie aus dieser Figur hervorgeht, sind fast überall nur Langstrahler (Schlichtstrahler) vorhanden; jedoch bemerkt man unter denselben auch einzelne Kurzstrahler (Krausstrahler).

Von den übrigen Hirntheilen des menschlichen Gehirns werde ich hier kurz nur die Rinde der *Insula Reilii* berühren, und zwar nur in der Absicht zu zeigen, dass hier echte Rindenverhältnisse auch in Betreff der Gliaelemente vorhanden sind. Ich habe eine Abbildung (Fig. 5 der Taf. IX) der foetalen Insula gewählt, um die sich entwickelnden Gliazellformen auch in dieser Region darzulegen. Beim Vergleich mit den Abbildungen aus der übrigen Hemisphärenrinde findet man leicht die Uebereinstimmung der Gliazellformen; hier ist ausserdem auch das Ansetzen eines Gliazellfortsatzes mittelst eines grossen Knöpfchens an ein Blutgefäss (*bg*) sichtbar und dann noch eine Anzahl tangentialer Fasern mit vertikal aufsteigenden Aesten vorhanden; keine ihnen angehörigen Cajal'schen Zellen waren aber im Sehfelde nachzuweisen.

D. Die Neuroglia der Grosshirnganglien, des Gyrus Hippocampi und des Fornix der Katze (Taf. X, Fig. 1—6).

Da es für die Kenntniss der Verhältnisse beim Menschen von Interesse ist, die entsprechenden Verhältnisse bei einem anderen Säuger zu betrachten, habe ich die Grosshirnganglien der Katze in den Kreis dieser Untersuchungen gezogen, und ich theile nun auf der Tafel X einige Abbildungen von vertikalen Frontalschnitten dieser Ganglien mit. Fig. 1 stellt die obere Partie eines *Corpus quadrigeminum anterius,* Fig. 2 die eines *Corpus quadrigeminum posterius,* Fig. 3 die eines *Corpus geniculatum* zweiwöchentlicher Katzen dar. In den Fig. 1 und 2 erkennt man die fast überall vorhandenen Haupttypen der Gliazellen, und zwar im Inneren die Kurzstrahler, in der Nähe der Oberfläche dagegen die Schwanzstrahler, die sowohl kurze wie lange Schwanzbüschel und theilweise auch eine tangentiale Ausbreitung der oberen Fortsätze zeigen. Ausserdem sind auch verschiedenartig gestaltete Fusssternstrahler vorhanden, von denen einige (besonders in Fig. 1) ausserordentlich lange äussere Fussfortsätze zeigen.

In der die Gliaelemente des Corpus geniculatum darstellenden Fig. 3 sind sowohl Kurzsternstrahler und Fusssternstrahler, wie auch Schwanzstrahler vorhanden, diese letzteren haben aber nur kurze Schwanzbüschel und zeigen nicht den gewöhnlichen, charakteristischen Typus.

Zu diesen Figuren aus den Ganglien füge ich, um diesen wichtigen Gehirntheil nicht ganz zu übergehen, noch ein paar Abbildungen aus dem Gyrus Hippocampi der Katze mit. In Betreff derselben und der Fascia dentata hat Ramón y Cajal schon eine sehr schöne Darstellung der Gliaelemente gegeben, so dass ich auf eine nähere Beschreibung nicht eingehen will, um so weniger, da er, besonders aus der Fascia dentata, weit bessere Abbildungen mitgetheilt hat. Was ich aber hier zu berücksichtigen wünsche, ist das Gliagewebe der Rinde des unteren Umfangs des Gyrus Hippocampi, von welcher die Fig. 4 einen Vertikalschnitt wiedergiebt. Man erkennt hier auch die, obwohl theilweise eigenthümlich gestalteten, Kurzsternstrahler und die Langschwanzstrahler in verschiedenen Varianten, auch solche, welche tief unter der Oberfläche liegen und lange Fortsätze nach ihr schicken, die sie nur zum Theil erreichen. Endlich füge ich in der Fig. 6 noch die Partie eines Querschnitts vom Fornix bei, in der seine etwas eigenthümlich gestalteten Gliazellen dargestellt sind. Gewissermassen lassen sich auch diese Elemente zu den genannten Haupttypen hinführen, obwohl sie verkümmert erscheinen.

II. Die Neuroglia des Kleinhirns.

(Taf. XI.)

A. Die Neuroglia des Kleinhirns des Menschen.

In der obigen geschichtlichen, die Neuroglia des Grosshirns betreffenden Darstellung, welche die Angaben der neueren Forscher, die mit der Golgi'schen Methode gearbeitet haben, enthält, habe ich auch diejenigen über die Neuroglia des Kleinhirns angeführt. Die von Bergmann entdeckten und nach ihm benannten Fasern der Kleinhirnrinde waren zwar längst von anderen Forschern constatirt und auch von *mir* und Key (1875) eingehend beschrieben worden. Ebenso hatte man in der Marksubstanz des Kleinhirns lange das Vorhandensein von Neurogliazellen gekannt. Die genauere Kenntniss der Gestaltung dieser Zellen und der eigentlichen Bedeutung der Bergmann'schen Fasern datirt aber von der Einführung der Golgi'schen Chromkali-Silbermethode her. Golgi wies in seiner grossen Arbeit (Sulla fina anatomia etc. 1885) den büschelförmigen Ursprung der fraglichen Fasern von Zellkörpern nach, die an der inneren Grenze der sog. Molekularschicht liegen, und legte zugleich die sternförmige Gestalt der Gliazellen der Marksubstanz dar (s. seine erwähnte Arbeit, Taf. XII, sowie die Taf. 16 der deutschen Sammelausgabe, 1894). Seitdem haben mehrere Forscher dasselbe Thema behandelt, unter denen besonders Ramón y Cajal, Van Gehuchten und von Kölliker genannt werden sollen. Selbst habe ich auch zwei mal (in dem Jahre 1891 beim Menschen und 1892 bei der Katze) das Verhalten der Bergmann'schen Faserzellen dargestellt. Und neulich, in diesem Jahre, hat Van Gehuchten eine eingehendere Darstellung der fraglichen Zellen des menschlichen Kleinhirns geliefert.

Obwohl wir also schon die wichtigeren Data in Betreff der Neurogliaelemente des Kleinhirns kennen gelernt haben, werde ich doch die Ergebnisse meiner schon im vorigen Jahre gemachten, hierauf bezüglichen Untersuchungen kurz mittheilen und einige meiner Abbildungen beifügen, theils weil bei einer übersichtlichen Darstellung der Neurogliaelemente des Gehirns diejenigen des Kleinhirns nicht unberücksichtigt bleiben dürfen, theils auch deshalb, weil ich einige bisher nicht hinreichend beachteten Entwicklungsstadien dieser Elemente (im frühen Stadium und im ausgebildeten Zustande) beim Menschen studirt habe, und dann auch weil die zwischen ihren äusseren Enden befindlichen mystischen Körner immer noch neue Besprechungen erfordern.

A. Die Kleinhirn-Neuroglia beim Menschen (Taf. XI).

In der letzteren Hälfte der Foetalperiode lassen sich die Gliaelemente der Kleinhirnrinde färben. Die Bergmann'schen Faserzellen zeigen dann ein weniger charakteristisches Aussehen als später. Im 7. und 8. Monate des Foetallebens präsentiren sich nämlich die Zellkörper als rundlich-ovale, in verschiedener Höhe belegene Klumpen, von denen nur hier und da ein unterer Fortsatz ausgeht; vom äusseren Umfang entspringen ein oder zwei Fortsätze, welche unter spitzem Winkel divergiren und, sich wiederholt dichotomisch theilend, nach aussen hin ziehen. Es entsteht in dieser Weise ein bald schmälerer und wenig verzweigter, konisch gestalteter, bald reichlicher verästelter, weiter, ausgebreiteter Büschel von Fasern, die perlschnurförmig und fein sind und, allmählig unter einander paralleler geworden, nach der Oberfläche ziehen, wo sie mit konisch verdickten Füsschen endigen. Die Zellen haben zwar schon im 8. Monate (Fig. 1 der Taf. XI) den eigentlichen Typus bekommen; sie sind aber weniger regelmässig gestaltet als später, indem die Fasern noch nicht den schönen, geraden, unter einander parallelen Verlauf bekommen haben; der Zellkörper ist ferner noch mit gar keinen oder nur mit wenigen von den seitlichen und inneren Fortsätzen versehen, welche ihm später ein eigenthümliches Aussehen verleihen. Viele Zellenkörper liegen recht tief in die Kornzellenlage hinabgesenkt und durchlaufen dann die Schicht der Purkinje'schen Zellen (kürzer: die Purkinje'sche Schicht), die noch nicht dicke sog. Molekularschicht und die verhältnissmässig starke Schicht der

äusseren Körner. Wie in der Rinde des Grosshirns, ist auch hier nunmehr, nachdem wir eine viel genauere Kenntniss von dem Bau der Kleinhirnrinde gewonnen haben, die Bezeichnung »Molekularschicht» keineswegs zutreffend. Ich finde es deshalb viel richtiger, diese Schicht nach den in ihr eingeschlossenen charakteristischen Nervenzellen, den *Korbzellen,* zu benennen und sie als *die Schicht der Korbzellen* oder die *Korbzellenschicht* zu bezeichnen.[1] Die nach aussen davon belegene, embryonale Körnerschicht, welche zuerst von VIGNAL beschrieben wurde, nenne ich, um Verwechselungen mit der inneren, aus echten Nervenzellen bestehenden Kornzellenschicht zu vermeiden, die *Vignal'sche Zellenschicht* oder, kürzer, die *Vignal'sche Schicht.* Im Gegensatz zu den Autoren, welche bei der Bezeichnung anatomischer Elemente Personennamen ausschliessen wollen, finde ich solche Namen zuweilen sehr anwendbar und sogar nützlich, vor Allem dann, wenn eine andere zutreffende Bezeichnung sich schwer finden lässt; die Forschernamen enthalten nichts für den Bau und die Function Prejudicirendes und veralten deshalb auch nicht oder werden gar unrichtig (wie z. B. »die Molekularschicht» der Hirnrinde); ausserdem verbinden sie mit sich ein Stück der Geschichte unserer Wissenschaft, in der Regel den Namen des Entdeckers. Solche Bezeichnungen sollten aber auch deshalb verhältnissmässig sparsam angewandt werden.

Was nun die Bergmann'schen Faserzellen betrifft, so findet man sie schon in einem späteren foetalen Stadium verändert. Bei einem 45 Cm. langen menschlichen Foetus (Fig. 2 der Taf. XI) sieht man die noch etwas verschieden tief in der Kornzellenschicht belegenen, nunmehr eckig gewordenen Zellkörper mit mehreren oft, langen, eigenthümlich gestalteten Fortsätzen versehen, die vom unteren (inneren) Umfang des Körpers entspringen und nach unten und nach den Seiten hin verlaufen. Diese »inneren» Fortsätze, welche schon früher von CAJAL, *mir* und VAN GEHUCHTEN abgebildet worden sind, haben einen sehr sonderbaren Charakter, indem sie oft sehr grob und mit grossen, rundlichen, ovalen oder eckigen Verdickungen besetzt sind; besonders oft enden sie mit einem solchen grossen Knöpfchen, das sogar stärker als der Zellkörper selbst sein kann. Die Fig. 2 und Fig. 3 (von einem neugeborenen, 48 Cm. l. Foetus) der Taf. XI enthalten mehrere Varianten dieser inneren Fortsätze, welche sämmtlich in der Kornzellenschicht liegen und zuweilen weit in dieselbe hinab reichen. Ferner entspringen hier und da von den Zellkörpern feinere Fortsätze, die recht zahlreich sein können (Fig. 2, rechts, Fig. 3, links). Was die äusseren Fortsätze und die Bergmann'schen Fasern betrifft, so haben die letzteren ihre perlschnurartige Beschaffenheit etwas eingebüsst und sind auch im Ganzen einander mehr parallel angeordnet.

Aus den folgenden Entwicklungsstadien werde ich dasjenige des 3-monatlichen Kindes und das des Erwachsenen wählen. Beim *3-monatlichen Kinde* (Fig. 4 der Taf. XI) sind nun wieder die inneren Fortsätze reducirt worden; dieses ist zwar nicht vollständig geschehen, doch haben sie einen geringeren Umfang. Die Zellkörper sind aber fortwährend eckig und mit kürzeren Vorsprüngen besetzt; sie liegen in der Umgebung, oft etwas nach unten (innen) von den Purkinje'schen Zellen. Nach oben (aussen) hin schicken sie bald einen, bald zwei oder sogar drei Fortsätze aus, welche in die Korbzellenschicht emporsteigen und sich schnell und wiederholt dichotomisch verästeln; die ersten, gröberen Zweige biegen sich, etwa nach Art der Purkinje'schen Zellen, nach den Seiten hin und von ihnen entspringen dann die mehr oder weniger zahlreichen Bergmann'schen Fasern als feine, gleich dicke, nur hier und da mit kleinen Knötchen oder körnig erscheinenden Aestchen besetzte Fäden, die, unter einander immer mehr parallel geworden, fast gerade oder nur ganz wenig geschlängelt senkrecht zur Oberfläche emporsteigen, wo sie, nachdem sie durch die noch vorhandene, aber dünner gewordene Vignalsche Schicht gelaufen sind, mit je einem recht bedeutenden, rundlich-konischen Füsschen oder Knötchen endigen.

Im *ausgebildeten Stadium* (Fig. 5 der Taf. XI, von einem 33-jährigen Manne) erkennt man noch nach innen von der Korbzellenschicht, in der Umgebung und besonders nach unten von den Purkinje'schen Zellen, die eckigen, knotigen, sogar gelappten Zellkörper der fraglichen Gliäcyten, welche fortwährend einzelne gröbere und feinere Fortsätze nach unten und nach den Seiten hin schicken. Die nach oben in die Korbzellenschicht emporsteigenden Fortsätze behalten ihren früheren Habitus, und ihre nach oben (aussen) gehenden Aeste, die Bergmann'schen Fasern, verlaufen noch mehr gerade und parallel, um an der Oberfläche mit je einem konischen Knötchen zu endigen. Die Vignal'sche Zellenschicht ist längst vollständig verschwunden, aber die Korbzellenschicht ist im erwachsenen Stadium sehr viel dicker geworden, wie die bei derselben Vergrösserung gezeichneten Figuren 2, 4 und 5 zeigen. In Folge dessen sind auch die Bergmann'schen Fasern ebenso viel in die Länge gewachsen.

[1] Diese Schicht könnte auch nach den Longitudinal- oder Tangentialfasern (oder auch nach den Dendriten der Purkinjezellen), benannt werden, welche sie zu so bedeutendem Theile zusammensetzen. Ich finde es aber konsequenter, sie nach ihren Nervenzellen zu bezeichnen.

Sie bilden, ungefähr wie die äusseren Enden der Ependymzellen der Grosshirnrinde (und die vertikalen Aeste der Cajal'schen Zellen), ein reichliches parallelfaseriges Pallisaden- oder Gitterwerk, welches der Kleinhirnrinde wohl als ein wichtiges Stützwerk dient.

Zu welchem Typus der Gliäcyten soll man nun diese Zellen führen? Der Gestalt nach ähneln sie offenbar am meisten den *Schwanzstrahlern,* obwohl sie, im Gegensatz zu denjenigen der Grosshirnrinde, den Körper nach unten (innen), den Fadenschwanz nach oben (aussen) hin wenden.

Ausser diesen Schwanzstrahlern giebt es im Kleinhirn nur *Sternstrahler,* und zwar sowohl in der Kornzellenschicht wie in der Marksubstanz. Die meisten dieser von Golgi, Cajal, Van Gehuchten und von Kölliker abgebildeten Zellen sind Langsternstrahler von der Art, wie sie die Fig. 4 und 5 zeigen; diese Elemente besitzen oft sehr lange, gestreckte und schlichte Fortsätze, welche sogar, wie ich finde, an den Purkinjezellen vorbei, weit in die Korbzellenschicht hinaus verlaufen (Fig. 4 und 5 der Taf. XI). Ausserdem giebt es aber noch andere Sternstrahler, deren Fortsätze ein mehr knotig-gekraustes Aussehen darbieten und kürzer sind (Fig. 5); diese gehören eigentlich der Kornzellenschicht an und sind als Kurzsternstrahler zu bezeichnen. In jüngeren Stadien (Fig. 3 der Taf. XI, vom neugeborenen Kinde) sind die Fortsätze derselben weniger zahlreich, zuweilen perlschnurartig und haben im ganzen einen mehr embryonalen Charakter.

B. Die Neuroglia des Kleinhirns der Katze (Taf. XI, Fig. 6, 7, 8, 10, 11, 12).

Von anderen Säugern habe ich in Betreff dieser Neuroglia vor Allem Katze, Hund, Kaninchen und Maus untersucht. Zur folgenden Darstellung wähle ich besonders das erst genannte Thier aus. Bei noch nicht ausgetragenen *Katzenembryonen* (Fig. 6) zeigen die Bergmann'schen Faserzellen einen moosig verästelten, in der Kornzellenschicht belegenen Zellkörper mit einigen etwas längeren Fortsätzen nach unten und nach den Seiten sowie einen oder zwei nach oben ziehenden, stärkeren, ebenfalls moosigen Fortsätze, welche unter meist sparsamer dichotomischer Verästelung nach oben durch die Purkinjeschicht und die noch verhältnissmässig dünne Korbzellenschicht ziehen, um dann in fortwährend gestreckter Richtung nach oben hin durch die noch dicke Vignal'sche Schicht zu verlaufen und mit konischen Füssen an der Oberfläche zu endigen. In der Korbzellenschicht bieten sie noch kleine seitliche Aestchen und Zacken dar, aber in der Vignal'schen sind solche nur spärlich vorhanden. Bei der *5-tägigen* Katze (Fig. 8) ist die moosige Beschaffenheit der noch verschieden weit hinab in der Kornzellenschicht belegenen, oft mit reichlich verästelten Aesten versehenen Zellkörper sehr ausgeprägt; das Verhalten der nach oben ziehenden Fortsätze ist beinahe unverändert. Von der Neuroglia der *3-tägigen* Katze gebe ich eine Abbildung (Fig. 7), wo zwei solche Zellen vorhanden sind. Dann theile ich von der *14 Tage* und (Fig. 9), ebenso von der *22 Tage* alten Katze (Fig. 11) Abbildungen mit. Aus denselben geht hervor, dass die Zellkörper ihr moosiges Aussehen theilweise einbüssen, obwohl sie fortwährend eckig und gezackt erscheinen; ferner dass die Bergmann'schen Faserfortsätze sich im Verhältniss zu der Verdickung der Korbzellenschicht verlängern und mehr parallel und gestreckt verlaufen, auch in dieser Schicht kleine Seitenzacken bekommen, während dagegen in der immer dünneren Vignal'schen Schicht die Seitenzacken nur sparsam sind. Diese so eben beschriebene Beschaffenheit bieten die fraglichen Zellen auch im erwachsenen Zustande dar, nachdem unter allmähligem Verschwinden der Vignal'schen Schicht die Korbzellenschicht ihre endliche Dicke erhalten hat.

Was die *Sternstrahler* betrifft, so erkennt man an den in der Kornzellenschicht belegenen Zellen in den Entwicklungsstadien vor und bald nach der Geburt einen Anklang an die oben beschriebenen Schwanzstrahler, indem von dem moosigen, senkrecht verlängerten Zellkörper sehr oft ein stärkerer Fortsatz nach oben hin zieht, der jedoch nach kürzerem oder längerem Verlaufe endigt, ohne die Korbzellenschicht erreicht zu haben (Fig. 8). In etwas späteren Stadien (Fig. 9, 11) bekommen die Zellen mehr das gewöhnliche, gekrauste Aussehen der Kurzsternstrahler. Die in der Marksubstanz belegenen Gliäcyten (Fig. 12) sind dagegen als Langsternstrahler zu betrachten.

Es ist zwar nicht meine Absicht, diesmal auf andere Gebilde der Kleinhirnrinde als die echten Gliäcyten einzugehen. Ich kann jedoch nicht umhin, auch die zelligen Elemente der zuerst von Vignal beschriebenen und bald nachher von Schwalbe besprochenen sog. äusseren Körner zu berühren, welche beim Foetus und noch eine

Zeit nach der Geburt constant vorhanden sind. In späterer Zeit hat sie vor Allen Ramón y Cajal[1] eingehender dargestellt und unter ihnen eine äussere (obere), aus mehr vertikal gestellten länglichen Zellen bestehende, und eine innere (untere), aus horizontal (tangential) liegenden bipolaren Zellen gebildete Schicht beschrieben. Ausserdem hat er in der »molekulären» Schicht vertikale bipolare Zellen beschrieben und abgebildet, die nach der erwähnten inneren Schicht der horizontalen bipolaren Körner hin einen Fortsatz schicken, welcher nervös zu sein scheint und in der fraglichen Schicht sich an eine longitudinale Faser ansetzt; Uebergangsformen zwischen diesen den inneren Körnern ähnelnden Zellen und den horizontalen bipolaren Zellen wurden auch gesehen, aber im Ganzen zu selten, um diese Zellen genetisch mit einander verbinden zu können. Von Kölliker[2] hob in Betreff dieser aufsteigenden Elemente hervor, dass man sie beim Erwachsenen nicht gefunden hat, »und da auch die eigentlichen Körner bei jungen Geschöpfen schon vollkommen ausgebildet sind, ist auch nicht daran zu denken, dass sie Entwicklungsstadien derselben seien». In der französischen Auflage seiner neuen übersichtlichen Arbeit hat nun Ramón y Cajal[3] sich bestimmt dafür ausgesprochen, dass die Kornzellen der Kleinhirnrinde (die Zellen der inneren Körnerschicht) in der That durch diese aus den in der unteren Partie der Vignal'schen Schicht belegenen, bipolar ausgezogenen Zellen rekrutirt werden, indem sich diese nach unten (innen) hin verlängern und hinabsteigen. Nun hat neulich auch Lugaro[4] die Frage wieder aufgenommen und weitere Conklusionen gezogen. »Die äussere Körnerschicht», sagt er, »ist aus zwei Lagen zusammengesetzt, welche gut morphologisch unterschiedene, jedoch durch Uebergangsformen verbundene Elemente enthalten. Die äussere Lage besteht aus kugeligen oder birnförmigen Elementen, mit einem gegen die Oberfläche gerichteten Fortsatz. Sie zeigen manchmal andere kleine, ohne Regel gerichtete Fortsätze. Wegen dieser Kennzeichen sind sie als epithelioide embryonale Elemente anzusehen. Die Elemente der tiefen Lage sind bipolare, mit einem ovalen Körper, der sich in zwei Polen in zwei mehr oder weniger lange, parallel mit der Oberfläche und mit dem Gang der Windungen gerichtete Ausläufer fortsetzt. Diese Fortsätze sind um so dünner und ausgedehnter, je tiefer das Element gelegen ist, ihre Enden zeigen eine Anschwellung, den sogenannten Vermehrungskegel.» »An der Grenze zwischen der oberflächlichen und der tiefen Lage finden sich einige Bildungen, welche die stufenweise Umbildung der epithelioiden in die bipolaren Elemente durch Entstehung zweier Fortsätze zeigen. Diese Umbildung geht fortschreitend von innen nach aussen vor sich.» Die an der inneren Grenze der tiefen Lage befintlichen bipolaren Elemente haben den Körper gegen die Tiefe gerichtet und senden in die Molekularschicht einen Fortsatz. Uebergangsformen zu den inneren Körnern sind vorhanden. Aus dem Ausgeführten, sagt Lugaro, »kann man schliessen, dass die Körner durch fortschreitende Verwandlung der epithelioiden in horizontale Elemente, dieser in vertikalen, und endlich dieser letzteren in Körner entstehen, welche Verwandlung von der Wanderung des Zellkörpers von der Oberfläche nach der Tiefe begleitet wird».

Ich habe diese Angaben so ausführlich wiedergegeben, weil sie so bestimmt behaupten, dass das, was Cajal zuerst angedeutet hat, sicher vor sich geht, und weil die Bedeutung der mystischen Vignal'schen Zellen dadurch erledigt sein soll. Die Erklärung enthält ja in der That viel Bestechendes. Ich bin aber dennoch zweifelhaft und schliesse mich von Kölliker's Aeusserung an. Ich habe nämlich diesen Zellen seit mehreren Jahren bei jeder Untersuchung der Kleinhirnrinde meine Aufmerksamkeit gewidmet. Oft bekam ich mit der Golgi'schen Methode Färbung derselben, sowohl beim Menschen wie beim Kaninchen und der Katze, und ich bildete dann ihre verschiedenen Formen ab. Von diesen Abbildungen kann ich hier leider, wegen Mangel an Platz auf den Tafeln, nur wenige mittheilen. Beim Foetus fand ich nur (Fig. 6 der Taf. XI) in der noch relativ sehr dicken Zellenlage die verschiedensten Zellenformen, nämlich rundliche, ovale, cylindrische, unipolare, bipolare und multipolare in bunter Unordnung zwischen einander gestreut. Es lohnt sich hier kaum ohne hinreichende Figuren, eine genauere Beschreibung dieser Zellen zu geben. Nur so viel soll erwähnt werden, dass unter ihnen oft Zellen mit einem oder zwei, verschieden langen, Fortsätzen vorkommen, welche gerade oder schief gegen die Oberfläche gerichtet sind; zwischen ihnen liegen aber Elemente von sehr wechselnder Form und Richtung; die allermeisten haben einen nur schwachen Protoplasmamantel um den ovalen oder rundlichen Kern, doch ist das Protoplasma gewöhnlich an einer Seite der Zelle etwas reichlicher vertreten; in der That ähneln sie lymphoiden Zellen oder gewissen

[1] S. Ramón y Cajal, A propos de certains éléments bipolaires du cervelet avec quelques détails nouveaux sur l'évolution des fibres cerebelleuses. Intern. Monatschr. f. Auat. u. Phys., Bd 7, 1890.

[2] A. von Kölliker, Haudbuch der Gewebelehre des Meuschen, 6. Aufl., II Bd, 1, 1893.

[3] S. Ramón y Cajal, Les nouvelles idées sur la structure du système nerveux chez l'homme et chez les vertébrés. Paris 1894.

[4] Ernst Lugaro, Ueber die Histogeuese der Körner der Kleinhirnrinde. Anatom. Anzeiger, Bd 9, N:o 23, Aug. 1894.

Epithelformationen. Beim Foetus sah ich aber durch die ganze Zellenlage hindurch nur die beschriebene Art von Zellen und keine Eintheilung in zwei Schichten.

In den ersten Wochen nach der Geburt gelang es mir nun hier und da am Kleinhirn der jungen Katzen die zuerst von Cajal und dann noch von Lugaro nachgewiesene untere (innere) Schicht von Zellen zu finden, und gerade in der von ihnen beschriebenen Anordnung und Gestalt. In der Fig. 9 (bei *t*) der Taf. XI sind in einem Vertikalschnitt und in Fig. 10 ders. Tafel in einem Tangentialschnitt der Kleinhirnrinde einer 14 Tage alten Katze zahlreiche solche bipolare Zellen in ihrer natürlichen Anordnung wiedergegeben. Es lässt sich in der That nicht bestreiten, dass diese Elemente embryonalen, anwachsenden Nervenzellen — mit den feinen Axencylinder- und den dickeren Protoplasmafortsätzen versehen — recht sehr ähneln. Wirkliche Uebergangsformen zwischen den Zellen der äusseren und der inneren Schicht, wie sie Cajal und Lugaro beschrieben haben, sah ich aber bisjetzt nicht; ja ich konnte diese innere Schicht bipolarer Zellen sogar nur hier und da und nicht überall in der Rinde nachweisen. Und endlich muss ich gestehen, dass es mir bisjetzt nicht gelungen ist, die von Cajal und dann von Lugaro beschriebenen, durch die Korbzellenschicht (Molekularschicht) senkrecht hinabsteigenden bipolaren Zellen zur Ansicht zu bekommen, obwohl ich Massen von Präparaten durchmustert habe. Entweder scheinen diese Zellen äusserst schwer färbbar zu sein, oder auch kommen sie selten oder nur an gewissen Orten vor. Ich will natürlicherweise nicht das Vorkommen dieser merklichen Zellenart bestreiten, da sie von einem so scharf beobachtenden Forscher wie Cajal beschrieben und von Lugaro, der in Mondino's Laboratorium arbeitete, bestätigt worden sind. Cajal hat selbst zuerst die Seltenheit der Uebergangsformen zu den inneren Kornzellen betont. In der That wäre es sehr eigenthümlich, wenn so spät im Leben, noch Monate nach der Geburt, Nervenzellen in so embryonaler Entwicklung begriffen sein sollten, um so viel mehr, als, wie von Kölliker betont, die inneren Kornzellen sonst schon früh angelegt und in ihrer Organisation weit vorgeschritten sind. In dieser Hinsicht lässt sich aber von der anderen Seite hervorheben, dass die Korbzellenschicht (Molekularschicht), welche grossentheils aus den Longitudinalfasern der inneren Kornzellen besteht, in foetalem Zustande und noch lange nach der Geburt dünn ist und allmählig wächst, was gerade für ein Hinzufügen neuer Zellfortsätze sprechen kann. Ich versuchte ferner herauszufinden, ob nicht vielleicht die Zellen der Korbzellenschicht durch ein Hineinrücken der Zellen der Vignal'schen Zellenschicht vermehrt werden, konnte hierfür aber keine Stütze finden.

Nach dem Standpunkt, den diese prinzipiell interessante Frage gegenwärtig einnimmt, muss ich sie also meinerseits bis auf Weiteres offen lassen, doch bin ich betreffs derselben eher skeptisch gestimmt.

Bevor ich den Gegenstand verlasse, habe ich aber eine für die Beurtheilung der Frage nicht unwichtige Beobachtung zu erwähnen, die ich im vorigen Winter gemacht habe. Da mir die embryonale Beschaffenheit der Vignal'schen Zellenlage stets auffiel, so suchte ich mittelst der gewöhnlichen Methoden nach Zellentheilungen in derselben. In der That gelang es mir sogleich, *Zellentheilungen,* Mitosen, nicht nur in der foetalen Rinde, sondern auch einige Zeit nach der Geburt aufzufinden. Sie kommen noch bei der *zweiwöchentlichen* Katze zahlreich vor, und zwar nicht nur nach der Oberfläche hin, sondern besonders in der Mitte der Schicht. In späteren Stadien scheinen mir Zeichen von Auflösung des Chromatins in den Kernen mancher Zellen vorzukommen. Jedenfalls dürften hierüber weitere Untersuchungen vorzunehmen sein.

Noch ein Befund soll hier kurz erwähnt werden. In der Vignal'schen Schicht habe ich sowohl bei jungen Katzen wie Kaninchen eine Art tangential verlaufender, variköser, aber nicht besonders feiner Fasern, die als Nervenfasern imponiren, mittelst der Golgi'schen Methode gefärbt bekommen. Es gelang mir, dieselben zuweilen auf weite Strecken an Querschnitten der Gyruli zu verfolgen. Sie theilen sich nicht, ziehen meistens einzeln in der Mitte der Schicht hervor, konnten aber nicht bis zu ihrem Ursprung und Ende verfolgt werden. Einmal sah ich sie, wie die Fig. 11 der Taf. XI wiedergiebt, in die Korbzellenschicht hinabtauchen. Was diese Fasern eigentlich sind, blieb mir trotz allen Suchens dunkel.

III. Die Neuroglia der Neuro-Hypophyse der Säugethiere.

(Taf. XII.)

Es ist keineswegs meine Absicht, hier eine Darstellung vom Gesammtbau oder gar von der Entwicklung des merkwürdigen rudimentären Organs zu geben, das wir gewöhnt sind, die Hypophyse zu nennen; erstens gehört ja der sog. epitheliale (vordere) Theil desselben nicht dem Gehirn an, und zweitens würde eine eingehendere Schilderung des hinteren, mit dem Centralorgan direkt zusammenhängenden Hypophysentheiles (des Hinterlappens der Hypophyse, des *Processus seu Lobus infundibuli* oder der *Neuro-Hypophyse,* wie sie auch bezeichnet werden kann) eine ganz besondere und ausführliche Untersuchung erfordern. Dieselbe würde eine Reihe von Thierarten sowohl in Betreff des fertigen Baues als der Histogenese behandeln, was ausser dem Rahmen dieser Abhandlung liegt. Das, was ich hier beabsichtige, ist nur die Grundelemente der Neurohypophyse der Säugethiere zu besprechen, um vor Allem die Verbreitung und die Formen des Gliagewebes mittelst der Golgi'schen Methode zu eruiren.

Wenn man die grösseren Lehrbücher und die übrige die Hypophyse behandelnde Litteratur durchmustert, bemerkt man bald, dass der Bau ihres neuralen Theils im Ganzen sehr wenig bekannt ist. Die Beschreibungen sind im Allgemeinen kurz, schwebend und in mancher Beziehung unrichtig. Dies ist auch ganz natürlich, weil die bisher angewandten Methoden kaum genauere Ergebnisse liefern konnten. Erst die neueren Methoden sind geeignet, eine gute Einsicht in den Bau dieses Organes zu geben.

In seinem Lehrbuch der Neurologie sagt also SCHWALBE,[1] nachdem er die bei den höheren Wirbelthieren, besonders bei den Säugethieren und dem Menschen stattgefundene, bedeutende Rückbildung des ursprünglich hohlen Organes erwähnt hat: »Seine Höhle schwindet für gewöhnlich, erhält sich nur noch in dem dünnen verbindenden Stiel, dem Infundibulum; aus dem grossen Lobus infundibuli der niederen Wirbelthiere ist nun ein relativ kleiner solider Processus infundibuli geworden, der sogenannte hintere Lappen der Hypophysis. Zu gleicher Zeit sind seine nervösen Elemente durch reichliches Hineinwuchern von Blutgefässen und Bindegewebe zur Atrophie gebracht, so dass der Processus infundibuli der Erwachsenen aus fibrillärem Bindegewebe besteht, welches an runden und spindelförmigen Zellen reich ist, zum Theil auch verästelte Zellen enthält. Die Faserbündel kreuzen sich dabei in den verschiedensten Richtungen, wie in dem Gewebe eines Spindelsarkoms (W. MÜLLER). Unter den runden und spindelförmigen Zellen finden sich grössere, die in ihrem Protoplasma gelbe Pigmentkörner führen.»

Nach TOLDT[2] besteht der *Trichterlappen* (Processus infundibuli) »aus fibrillärem, stark vascularisirtem Bindegewebe mit zahlreichen spindelförmigen oder selbst vielstrahligen Zellen, von denen einzelne gelb pigmentirt erscheinen und dadurch Ganglienzellen gleichen.»

SCHÄFER[3] äussert sich in ähnlicher Weise: »Die Höhle ist obliterirt, und jede nervöse Struktur ist durch das Einwachsen von Blutgefässen und Bindegewebe in das nunmehr solide Organ verdunkelt worden. Das Bindegewebe bildet geflechtartige Bündel, zwischen welchen zahlreiche spindelförmige und verzweigte Zellen sowohl wie einige wenige grössere Zellenkörper vorkommen, die in ihrem Protoplasma Pigmentkörner enthalten.»

In den übrigen neueren, grösseren Lehrbüchern habe ich ungefähr dieselben Angaben gefunden. Ich werde deshalb nur noch ein solches Werk anführen. »Die Hypophysis cerebri», sagt RAUBER,[4] »besteht in ihrem kleinen hinteren, cerebralen Lappen aus spärlichen Nervenfasern, vielen Zellen, welche mit bipolaren oder multipolaren Nervenzellen eine gewisse Aehnlichkeit haben, aus Bindegewebe und vielen Blutgefässen.»

Unter den neueren Forschern, welche sich mit dem Bau der Hypophysis der höheren Thiere beschäftigt haben, ist vor Allem LOTHRINGER[5] hervorzuheben. Er untersuchte das Organ sowohl beim Menschen wie bei verschiedenen

[1] G. SCHWALBE, Lehrbuch der Neurologie, 2. Bd, 2. Abth. von Hoffmann's Lehrb. d. Anat. d. Menschen, 1881.
[2] C. TOLDT, Lehrbuch der Gewebelehre, 3. Aufl., 1888.
[3] E. A. SCHÄFER, Quain's Elements of Anatomy, Vol. 3, p. 1; 10. Edition, 1893.
[4] A. RAUBER, Lehrbuch der Anatomie des Menschen, 4. Aufl., II, 2, I, 1894.
[5] S. LOTHRINGER, Untersuchungen an der Hypophyse einiger Säugethiere und des Menschen. Archiv f. Mikrosk. Anatomie, Bd 28, 1886.

Säugethieren (Hund, Katze, Pferd, Schwein, Kaninchen). Er beschreibt am eingehendsten die Verhältnisse beim Hunde, bespricht aber weniger den Hirntheil (Processus infundibuli oder die Neuro-Hypophyse) als den Epitheltheil. Ersterer ist in eine schalenförmige Vertiefung des letzteren eingesenkt, und jeder besitzt eine Höhle; wenn man den Hirntheil von dem Epitheltheil löst, so folgt mit jenem ein ihm innig anhängender Epithelsaum des letzteren, indem die Trennung in der spaltförmigen Höhle vor sich geht. Der Epithelsaum besteht aus einer mehrere Zellreihen hohen Epithelschicht, welche nur in der Nähe des Umschlagrandes eine grössere Mächtigkeit erreicht und zahlreiche kleine Cystenräume enthält. »Ueber das Gewebe des Hirntheiles haben wir», sagt Lothringer, »speciellere Untersuchungen nicht angestellt.» Die angewendete Behandlungsmethode war für ein Studium der complicirten Verhältnisse nicht günstig. »Der Hauptsache nach besteht dies Gewebe aus sich spitzwinklig durchflechtenden Faserzügen. Diese Stellen, von schmalen bindegewebigen Septen, die von der Oberfläche aus eindringen, durchzogen, bilden eine Grundlage, in deren Zwischenräumen lockere Gewebsmassen enthalten sind. Die zuerst genannten Faserzüge bieten da, wo sie in grösserer Masse auftreten, wie Schwalbe und W. Müller anführen, ein Bild, das sich füglich mit dem Spindelzellensarkom vergleichen lässt. Lang gestreckte Kerne erinnern an glatte Muskelfasern, doch sind auch zahlreiche Rundzellen und polygonale oder sternförmige Zellen in die Faserzüge eingelagert. Die lockeren, in den Zwischenräumen enthaltenen Gewebetheile bestehen aus sternförmig verästelten, durch Ausläufer untereinander verbundenen Zellen, deren Anordnung auf's Evidenteste dem Gliagewebe an Nervenzellen armer Hirntheile entspricht. Die Abgrenzung beider Formelemente — des aus Faserzügen und Glianestern gemischten Gewebes — ist keine scharfe.» An den der Weigert'schen Hämatoxylinbehandlung unterzogenen Präparaten erscheinen die Glianester als granulirte Ausfüllungsmasse der Zwischenräume zwischen den Faserbalken. Nur an sehr dünnen Präparaten lassen sich die Kerne der Gliazellen leicht erkennen. Der Uebergang des Tuber cinereum in den Trichterlappen findet sich in der Höhe des Umschlagtheiles; die graue Substanz des Tuber schiebt sich hier als sich abwärts verjüngender Saum zellenarmen Hirnrindengewebes zwischen den Epitheltheil der Hypophyse und das eigenartige Gewebe des Trichterlappens ein. Feinste, senkrecht zur Oberfläche gestellte Fasern bilden die Grundlage dieses Gewebes. In das mit dem letzteren zusammenhängende Gliagerüstc sind lang gestreckte pyramidenförmige Ganglienzellen spärlich eingelagert. Die Blutgefässe des Trichterlappens bildet ein Netz mit grossen Zwischenräumen; die Randschlingen dieser Gefässe reichen bis unmittelbar unter den Epithelsaum, indem sie Bogen bilden, welche ohne jedes Zwischengewebe an die Zellen des Saumes grenzen.

Aus dem soeben Angeführten geht hervor, dass Lothringer, wie ich unten nachzuweisen suchen werde, doch in manchem eine richtige Auffassung vom Bau des Trichterlappens gewonnen hatte, obwohl er die eigentliche Natur des Gliagewebes und der Septa zu jener Zeit nicht einsehen konnte. Dieses wird am besten durch Behandlung des Organs nach der Golgi'schen Methode möglich. Schon vor mehreren Jahren habe ich dies gethan und eine schöne Färbung der Gewebstheile bekommen. Da, meines Wissens, noch kein anderer Forscher die Frage behandelt hat, werde ich hier meine Befunde kurz beschreiben.

Ich untersuchte die Hypophyse des *Menschen,* der *Katze,* des *Hundes* und des *Kaninchens.* Von diesen habe ich besonders *Katze* und *Hund* gut dazu geeignet gefunden, eine nähere Einsicht in den Bau des Organs zu geben. An Sagittal- und Frontalschnitten der Hypophyse älterer Katzenfoetus erkennt man, nach der Behandlung mit der Golgi'schen Methode, dass die Beschreibung Lothringer's in Betreff der gröberen Anordnungen im Ganzen zutreffend ist. Bei den genannten Thieren senkt sich der als rundlich erweiterter Fortsatz des tubulären Tuber cinereum leicht erkennbare »Lobus infundibuli» in eine schalenförmige Vertiefung der »epithelialen» Hypophyse ein (Fig. 1 der Taf. XII). Im Inneren des Tubustrichters sieht man einen schmalen Kanal, den Fortsatz des dritten Ventrikels, und im Inneren des Trichterlappens ist eine Höhle, die Trichterlappen-Höhle, sichtbar. Am unteren Umfang des Lappens erkennt man den von Lothringer genauer beschriebenen Epithelsaum, welcher mit scharfer Grenze an dem Gewebe des Lappens ansitzt und innig mit ihm zusammenhängt, nach aussen hin aber an die Spalte der epithelialen Hypophyse stösst. Oben am Trichterhals sieht man den Umschlagsrand dieses Epithelsaums in das Gewebe der epithelialen Hypophyse.

Schon bei schwacher Vergrösserung (Fig. 1) erkennt man nun in dem genannten Epithelsaume eine Menge durch die Golgi'sche Methode gefärbter, länglicher Zellen, welche zum grössten Theil ganz schmal, sogar fadenartig sind und durch den ganzen Saum reichen, aber nicht, wie Lothringer sagt, »aus einer mehrerer Zellreihen hohen Epithelschicht» bestehen. In der Fig. 4, *e* (von einem 2 Monate alten Hunde) und in Fig. 3, *ä* (von einem 8

Tage alten Kaninchen) der Taf. XII habe ich bei stärkerer Vergrösserung einige dieser in der That Epithelzellen ähnelnde Zellen abgebildet. Wie man aus diesen Figuren sicht, reichen jedoch nicht alle Zellen durch die ganze Schicht; es giebt auch eigenthümlich gestaltete, verzweigte Formen, welche zwischen den fadenförmigen eingebettet liegen und nur die eine Fläche des Saumes oder auch gar keine erreichen; die Zellenkerne liegen besonders oft in der Nähe des äusseren Endes; das innere Ende der fadenförmigen Zellen verbreitert sich oft zu einem dreieckigen Fusse, der gegen das eigentliche Gewebe des Trichterlappens stösst, und zwar in der angegebenen scharfen Grenzlinie oder Fläche, unter welcher die von LOTHRINGER beschriebenen Blutgefässmaschen (Fig. 3 und 4, *bg*) dicht anliegen. An der äusseren Oberfläche des Epithelsaumes bekommt man oft ein schönes Mosaik von kleinen polygonalen Feldern, die äusseren Endflächen der Zellen (Fig. 2 *a*).

In dem Gewebe des Trichterlappens bemerkt man an den Golgischen Präparaten schon bei schwacher Vergrösserung eine grosse Menge von gefärbten Fasern und verästelten Zellen. An Frontalschnitten (Fig. 2) erkennt man eine grosse Masse solcher Fasern, welche von oben, d. h. vom Trichterhals, radiirend in den Lappen ausstrahlen. Sie imponiren als Nervenfasern, und es ist in der That schwer, eine derartige Ansicht auszuschliessen, obwohl sie hier und da etwas grob erscheinen und Gliafasern ähneln. Es giebt ja auch sehr lange Fortsätze von Gliazellen. Viele dieser Fasern sind auch letzterer Art, indem sie sich direkt als solche Fortsätze nachweisen lassen. In den inneren Partien des Lappens finden sich auch, wie LOTHRINGER betont, grössere Blutgefässe, welche nach aussen hin ausstrahlen und das Gewebe, vor Allem dessen äusseren Theile bis zum Epithelsaum, mit einem reichlichen Maschenwerke schmälerer Gefässschlingen durchspinnen. Zwischen diesen Gefässschlingen streichen die zahlreichen Fasern hin, theilen sich hier und da dichotomisch, besonders in den peripheren Theilen, und endigen frei und verästelt. In diesem zwischen den Gefässen befindlichen dichten Gewebe erkennt man nun auch eine Menge durch das Chromsilber gefärbter verzweigter Zellen, die sich überall durch ihre charakteristischen Formen als Gliazellen erkennen lassen. In den Fig. 3, 4, 5, 6 und 7 habe ich solche Zellen theils aus der Peripherie des Lappens, theils aus dem Inneren desselben abgebildet. Fig. 4 stammt vom jungen Kaninchen, die übrigen vom 2—12-monatlichen Hunde her. Diese Gliazellen gehören zwar nicht den oben geschilderten Haupttypen an; ein Theil von ihnen ist zwar als Sternstrahler zu bezeichnen; andere tragen nur einzelne, zuweilen einseitig entspringende Fortsätze, die mit Zacken und moosförmig verästelten Vorsprüngen versehen sind. Die Betrachtung der Abbildungen giebt von ihrer Beschaffenheit gewiss eine bessere Auffassung als eine eingehendere Beschreibung, weshalb ich auf dieselben hinweisen kann. Die Gliaelemente bilden ein dichtes Flechtwerk; an stärker gefärbten Partien lassen sich die einzelnen Zellen deshalb nicht genauer studiren. Oft bekommt man aber auch Stellen, wo nur einzelne Zellen gefärbt sind, wie in den hier abgebildeten Partien, und dann kann man ihre Anordnung und Verzweigung leicht verfolgen. Eine eigentliche Anordnung giebt es aber nicht, sondern sie bilden ein Geflecht von Elementen, die in verschiedenster Weise unter einander gewebt sind; nur in der nächsten Umgebung der Blutgefässe bemerkt man hier und da eine tubuläre oder im Ganzen eine flächenartige Ausbreitung der Zellenfortsätze (Fig. 4), obwohl nicht so typisch wie die der von LLOYD ANDRIEZEN geschilderten, die Blutgefässe der Grosshirnrinde umstrickenden Gliazellen. Nie sah ich ein Anastomosiren der Gliazellen unter einander.

Echte Langsternstrahler habe ich aber auch im Trichterlappen oft wahrgenommen, und zwar im Halstheile nahe vor dem Uebergang zum Trichter. Fig. 8 stellt drei solche Zellen beim *17-jährigen* Manne dar. Im eigentlichen Trichterhalse, welcher diesen Uebergang zum Trichter vermittelt, findet man nun, dass die Gliazellen sich mehr oder weniger senkrecht zur Oberfläche anordnen. LOTHRINGER scheint hier einen solchen fadenartigen Bau gesehen zu haben. Offenbar ist seine Beobachtung eben durch die Anordnung der Gliazellen zu erklären. Diese Gliazellen sind nun in der That als Ependymzellen zu bezeichnen, denn sie reichen von der inneren Fläche, der Kanalfläche, in deren Nähe die Zellkörper liegen, bis an die Oberfläche hinan; während dieses Verlaufes verzweigen sie sich zuweilen wiederholt dichotomisch; manche sind aber auch unverzweigt oder nur etwas gezackt. Sie entsprechen offenbar den neulich von BERKLEY (Anat. Anz., Aug. 1894) beschriebenen und abgebildeten Ependymzellen der Trichterregion.

In dem *Trichterlappen* der Hypophyse, der *Neurohypophyse* (Processus seu Lobus infundibuli), ist also *eine grosse Masse von Gliaelementen* vorhanden. Lothringer hat dieses Gewebe dort auch schon (1886) erkannt und erwähnt. Wegen Mangel an guten Methoden konnte er aber die Formen dieser Elemente nicht nachweisen; zu jener Zeit war auch die Auffassung von der Beschaffenheit des Gliagewebes noch sehr schwebend; man kannte damals noch sehr wenig von seiner wirklichen Natur, und die betreffenden Ansichten der hervorragendsten Histologen gingen weit auseinander. Lothringer spricht deshalb nur von Glianestern »als granulirte Ausfüllungsmasse der Zwischenräume zwischen den Faserbalken»; Kerne konnte er jedoch in ihr wahrnehmen. Durch die Golgi'sche Methode ist es aber gelungen, die typischen, reichlich verzweigten Gliazellen und Fasern in bunter Anordnung und von wechselnder Gestalt in dem Gewebe des Trichterlappens massenhaft zu demonstriren. Ausserdem ist eine Menge von langen Fasern vorhanden, von denen gewiss ein Theil als Gliafasern aufzufassen ist; ein anderer Theil besteht aber vielleicht aus Nervenfasern; jedenfalls will ich eine solche Annahme bis auf Weiteres nicht bestreiten. Weiter sind zahlreiche Blutgefässe mit ihren Adventialscheiden da. Anderes Bindegewebe konnte ich aber nicht nachweisen. Alles das, was von den Verfassern (auch Lothringer) als solches Gewebe beschrieben wurde, gehört meiner Ansicht nach dem Gliagewebe (und den fraglichen Nervenfasern) an. Echte Nervenzellen, Ganglienzellen, konnte ich im Trichterlappen durch die Golgi'sche Methode nie nachweisen. Zwar sind negative Ergebnisse an sich nicht entscheidend; da ich aber eine Menge Färbeversuche gemacht habe, so bin ich zu der Ueberzeugung gekommen, dass solche Zellen dort in der Regel nicht vorhanden sind.

IV. Die Neuroglia des Nervus opticus und der Retina des Menschen und der Säugethiere.

(Taf. XIII.)

Die Neuroglia des Opticus und der Retina, welche schon durch mehrere neue treffliche Arbeiten gut erkannt worden ist, habe ich hier zur Behandlung nur deshalb aufgenommen, weil diese typisch gestalteten Neurogliaformen in einer übersichtlichen Darstellung der Neuroglia nicht fehlen dürfen, sowie auch, weil ich diese Formen schon seit mehreren Jahren (1887) mittelst der Golgi'schen Methode dargestellt und von ihnen eine Reihe von Abbildungen gemacht habe. Ich kann aber unter Hinweis auf die Taf. XIII, wo einige dieser Abbildungen wiedergegeben sind, die Beschreibung der fraglichen Neurogliaformen kurz fassen.

Was die *Gliazellen des Opticus* betrifft, so waren ja die interstitiellen Zellen dieses Nerven schon lange bekannt. Vor Allem hatten *ich* und Key in unserer grossen Monographie über das Nervensystem und das Bindegewebe[1] diese zwischen den Nervenbündeln und in dem Inneren derselben massenhaft vorhandenen, mit vielen feinen und langen Fortsätzen versehenen Zellen genau beschrieben und in schönen Abbildungen (Taf. XXXIV des genannten Werkes) dargestellt. Als ich nachher (im Jahre 1887) diese Gliazellen mittelst der Golgi'schen Methode in gefärbtem Zustande erhielt, fand ich es deshalb kaum nöthig, eine Mittheilung davon zu geben. Im folgenden Jahre erschien nun eine kurze Beschreibung der Gliazellen der peripherischen Nervenwurzeln von Petrone[2], in welcher er sagt, dass er nicht nur im Opticus, sondern auch in mehreren anderen, sogar in echt peripherischen Nerven, in den intracraniellen Wurzeln, wirkliche Gliazellen gefunden habe, nämlich, ausser in dem Opticus und Olfactorius auch im Trigeminus, Acusticus, Facialis, Glossopharyngeus und dazu noch in einigen Wurzeln von Spinalnerven. Ich muss gestehen, dass ich hierüber etwas erstaunte, denn unter diesen Nerven sind doch nur zwei von centraler Natur; alle die übrigen sind echt peripherisch und enthalten mit Schwannschen Scheiden versehene Nervenfasern. Die Mittheilung Petrone's erschien mir deshalb etwas abenteurlich, und gemachte Controllversuche gaben in Betreff der peripherischen Nervenwurzeln auch nur negative Resultate; ich bekam nur gefärbte echte Bindegewebszellen. Nun ist jedoch zu bemerken, dass die Bezeichnung der Figuren in Petrone's Mittheilung so beschaffen ist, dass man nicht sicher zu verstehen vermag, welche von seinen Figuren sich auf die verschiedenen peripherischen Nerven beziehen.

[1] Axel Key und Gustaf Retzius, Studien in der Anatomie des Nervensystems und des Bindegewebes. Bd I, 1875.
[2] Louis M. Petrone, Sur la structure des nerfs cérébro-rachidiens. Intern. Monatschr. f. Anat. u. Physiol. Bd 5, 1888.

Im Jahre 1892 beschrieb dann KALLIUS[1] beim Menschen und bei verschiedenen Säugethieren die mittelst der Golgi'schen Methode gefärbten Neurogliazellen im Opticus, ebenso im Trigeminus, Acusticus und Vagus, und zwar nur in den Abschnitten kurz nach ihrem Austritt aus dem Gehirn.

Bald danach theilte MICHEL[2] mit, dass auch er mit dieser Methode die langstrahligen Neurogliazellen des Sehnerven in zahlreicher Menge dargestellt hatte.

Ungefähr zu gleicher Zeit gab DOGIEL[3] eine eingehendere Beschreibung der Neuroglia der Retina des Menschen, v. A. d. Müller'schen Fasern, aber auch der Sternstrahler; diese letzteren finden sich, sagt er, ausschliesslich in der Nervenfaserschicht, und zwar in der Nähe der Papilla n. optici, an der Stelle, wo die Dicke der Schicht bedeutend ist, weiterhin in der ganzen Papilla und an der ganzen Ausdehnung des N. opticus. Diese Zellen mit ziemlich lang und oft bündelweise vom mehr oder weniger abgeplatteten Zellkörper ausstrahlenden Zellen sind in der Retina und der Papilla n. optici von geringerer Grösse als jene Zellen, welche zwischen den Faserbündeln des Sehnerven eingebettet sind; ihrerseits sind wiederum die an der Peripherie des Nerven belegenen Zellen etwas grösser als alle übrigen Zellen.

In einer späteren Arbeit über die Netzhaut bespricht KALLIUS[4] noch einmal die Neurogliazellen des Sehnerven und der inneren Retinaschichten (der Nervenfaser- und der inneren Ganglienzellenschicht).

Die Gliazellen der Retina waren, ebenso wie die Gliazellen des Opticus, schon lange vor der Einführung der Golgi'schen Methode bekannt, wie die Arbeiten SCHWALBE's und mehrerer anderer Forscher darthun. Mittelst der genannten Methode hatte sie ja auch RAMÓN Y CAJAL in schöner Weise dargestellt und beschrieben. Ich verweise v. A. auf seine letzte grosse Arbeit über die Retina der Wirbelthiere.[5]

Das, was mich bei der Untersuchung der Neuroglia des Nervus opticus interessirte, war die Verfolgung des Ueberganges der ependymartigen Zellen in Sternstrahler. Ich hoffte von Anfang an, wenigstens in frühen Stadien der Entwicklung einen solchen für die Auffassung von der Herkunft der eigentlichen Gliazellen wichtigen Uebergang gerade hier in schöner Weise darthun zu können. Dies gelang mir aber bisher nicht in gewünschtem Grade, obwohl die Untersuchungen noch fortgesetzt werden sollen. Das, was ich im embryonalen Nervus opticus fand, bestand zwar aus früheren Stadien von Gliazellen, doch waren es eigentlich nur Sternstrahler. In der Fig. 1 der Taf. XIII ist eine peripherische Partie des Sehnerven von einem 28 Cm. langen menschlichen Foetus und in der Fig. 4 von einem 14 Cm. l. Katzenfoetus abgebildet. Die Zellen haben noch immer nur wenige Fortsätze, die einen gewundenen Verlauf und oft eine knotige Beschaffenheit darbieten. Aber schon beim 45 Cm. l. menschlichen Foetus (Fig. 2) ist der embryonale Typus mehr oder weniger in den späteren verwandelt; die Fortsätze sind zahlreicher, steifer, gestreckter geworden. Bei dem 5 Tage alten Kätzchen (Fig. 5 und 6) sind noch embryonale zusammen mit ausgebildeten Formen vorhanden. Bei 14 Tage alten Kätzchen ist die Ausbildung der Sternstrahler schon weit gekommen, wie die Fig. 7 darthut. Beim Hunde scheinen diese Zellen oft noch eine viel längere Zeit sparsamer gestrahlt zu bleiben.

Was das Verhalten der Sternstrahler zu den Nervenfaserbündeln betrifft, so war dies schon seit vielen Jahren genau bekannt. In dem oben angeführten Werke von *mir* und KEY (1875) ist die Anordnung und Verbreitung dieser Zellen im Opticus so eingehend beschrieben und abgebildet, dass ich auf eine neue Darstellung derselben verzichten kann. Wir zeigten, dass die Hauptmasse der Zellen in den von dem blutgefässführenden bindegewebigen Korbwerk durchzogenen Lymphspalten zwischen den Nervenfaserbündeln angesammelt ist und dass sie ihre zahlreichen feinen Fortsätze nach allen Richtungen hin senden, wodurch sie ein reiches Flechtwerk bilden, und dies nicht nur in den erwähnten Lymphspalten und rings um die Nervenfasernbündel, die Zellen und ihre Fortsätze sind im Gegentheil, wie aus unseren Abbildungen hervorgeht, auch im Inneren der Nervenfaserbündel reichlich vertreten. Vermittelst der Golgi'schen Methode lassen sich nun diese Verhältnisse sehr schön bestätigen. Nicht nur das Umspinnen der Bündel, sondern auch das Eindringen der Zellen und Zellenfortsätze in das Innere derselben kann man auf Querschnitten des Opticus leicht bestätigen (Fig. 3 der Taf. XIII, vom neugeborenen Kinde); die Zellenfortsätze durchlaufen in verschiedenster Weise die Nervenfaserbündel. Was nun die Formen der Glia-

[1] E. KALLIUS, Ueber Neurogliazellen in peripherischen Nerven. Nachrichten von d. k. Gesellsch. d. Wiss. etc. in Göttingen 1892.
[2] MICHEL, Sitz. Ber. d. Würzb. med. naturwiss. Gesellsch. 14 Jan. 1893.
[3] A. S. DOGIEL, Neuroglia der Retina des Menschen. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd 41, 1893.
[4] E. KALLIUS, Untersuchungen über die Netzhaut der Säugetiere. Anatom. Hefte, herausgeg. von MERKEL und BONNET, 1894.
[5] S. RAMÓN Y CAJAL, La rétine des vertébrés, la Cellule t. 9, 1, 1893 (Dép. 1892).

zellen betrifft, so sind verschiedene Varianten vorhanden; theils sind echte, regelmässige Sternstrahler da, theils gehen, wie DOGIEL hervorhebt, die Fortsätze vom Zellenkörper bündelweise ab, so dass die Zellen mit einem oder mehreren Schwänzen versehen zu sein scheinen. Dies ist besonders an der Oberfläche des Sehnerven der Fall; hier (Fig. 2) sind oft breite, etwas abgeplattete Zellenkörper, ungefähr wie an der Hirnoberfläche, dicht an der Pialscheide belegen, ihre Fortsätze in einem breiten Büschel in den Nerven hineinsendend; diese Zellen sind also als Schwanzstrahler zu bezeichnen. Andere Zellen, welche sich etwas unter der Oberfläche befinden, schicken Fortsätze nach der Pialscheide ab, die mit kleinen Knöpfchen oder Füsschen an ihr endigen (Fig. 1, 2, 5, 8), also einer Art von »Fusssternstrahlern» entsprechen.

In der *Lamina cribrosa* des Sehnerven verändert sich, wie auch *ich* und KEY (1875) eingehender beschrieben haben, die Beschaffenheit der Gliazellen. Die Fortsätze werden spärlicher und kürzer, so dass die Elemente im Ganzen kleiner erscheinen (Fig. 9, vom neugeborenen Hunde) und ordnen sich zugleich mehr quer über den Nerven an. Beim Uebergang zur Papilla n. optici verlängern sich die peripherischen Gliazellen wieder und schicken lange Fortsätze nach der Oberfläche hin, wo dieselben knopfförmig endigen; sie bieten also eine, obwohl unregelmässige Palissadenanordnung dar (Fig. 10). Hier stossen diese Enden der Gliazellen an die sich in den inneren spitzen Opticuswinkel eindringende Retina an (Fig. 10), jedoch ohne einen Uebergang zu den Müller'schen Fasern darzubieten.

Was übrigens die Form und Anordnung der eigentlichen Gliazellen der Retina betrifft, so sind dieselben von mehreren Forschern und in der neueren Zeit auch von CAJAL, DOGIEL und KALLIUS eingehend beschrieben worden, so dass ich sie hier nicht weiter zu berühren brauche.

Hinsichtlich der Müller'schen Fasern, welche offenbar den ependymalen Typus während des ganzen Lebens behalten, kann ich nicht umhin, einige Worte zu äussern. Durch die Golgi'sche und die Ehrlich'sche Methode ist es uns nunmehr vergönnt, über Manches in der Retinastructur, worüber wir früher unsicher, zweifelhaft oder ganz unwissend waren, zu einer klaren Auffassung zu kommen. Das wird wohl einem Jeden klar, der, wie ich, seit mehreren Jahrzehnten mit den alten Methoden an der Retina gearbeitet und die beiden neuen eingehender geprüft hat. Dies betrifft auch das Verhalten der Müller'schen Fasern zu den retikulirten Schichten. Früher konnte ich, wie mehrere andere Retinaforscher, mich nicht von der Verästelung dieser Fasern während des Verlaufs durch die innere retikulirte Schicht überzeugen. Durch die Golgi'sche Methode kam ich aber seit 1888 darüber ins Klare. Die Müller'schen Fasern senden nicht nur in der inneren, sondern oft auch in der äusseren retikulirten Schicht, wie v. A. RAMÓN Y CAJAL bewiesen hat, eine Menge feiner Aeste nach den Seiten hin ab, ungefähr in derselben Weise wie viele Ependymzellen des Gehirns und Rückenmarks. In der Fig. 15 (von der Katze), Fig. 16 (vom Kaninchen) und Fig. 17 (vom Menschen) habe ich einige solche Fasern abgebildet, um nicht fortwährend als Anhänger der alten Lehre von dem Nichtverzweigtsein dieser Fasern zu gelten.

Was die Entwicklung und die verschiedene Gestaltung der Müller'schen Fasern in den verschiedenen Wirbelthierklassen betrifft, so hat RAMÓN Y CAJAL durch seine herrlichen Untersuchungen über die Retina und v. A. in seiner letzten grossen Monographie schon alles Wesentliche darüber mitgetheilt. Ich werde deshalb, obwohl ich seit mehreren Jahren Erfahrungen über den Bau der Retina der verschiedenen Wirbelthierklassen gesammelt habe und eine Arbeit darüber vorbereitete, nicht näher auf den fraglichen Gegenstand eingehen, sondern in Betreff der Müller'schen Fasern nur auf der Taf. XIII (Fig. 11, 12, 13, 14, 17) einige Entwicklungsformen derselben mittheilen. In der Fig. 11 sieht man die Gebilde in ganz embryonalem Zustande; in den Fig. 12, 13 und 14 sind sie noch fadenförmiger geworden und fangen an, sich am inneren Ende zu verästeln. In der Fig. 17 bei r (links) sind sie noch unverästelt, aber bei r^1 (rechts), weiter nach hinten in der Retina, haben sie in der inneren retikulirten Schicht feine Aeste und in der inneren Körnerschicht auch zackige Flügelausbreitungen bekommen; dagegen sind ihre äusseren Enden noch unverästelt und ohne Flügel. Was die hier, am äusseren Ende der Fasern, vorhandenen, zwischen die Stäbcheninnenglieder hervorschiessenden, feinen Aeste betrifft, so erkennt man sie in guten Golgi'schen Präparaten stets in schöner Weise; in der Regel sind sie gerade und parallel und reichen, bis zu den Aussengliedern; oft fand ich sie aber auch etwas gewunden und von körnigem, perlschnurartigem Aussehen (Fig. 15); zuweilen waren unter ihnen dickere keulenförmige Gebilde gefärbt (Fig. 16).

Auf der Taf. XIII habe ich, um die Orientirung der Fasern zu verdeutlichen, zusammen mit den Müller'schen Fasern einige andere Retinaelemente aus meinen Präparaten abgebildet. Es sind dies v. A. die von CAJAL

als amakrine Zellen bezeichneten Elemente (Spongioblasten); ich habe besonders die Verhältnisse der sich entwickelnden menschlichen Retina wiedergegeben. Die Fig. 17 der Taf. XIII stellt ein solches Bild dar, wo ich die verschiedenen Elemente zusammengeführt habe. Auf eine Beschreibung kann ich verzichten, da die Figur Alles deutlich zeigt. Nur darauf will ich hinweisen, dass die früher sogenannten inneren Körner in der inneren retikulirten Schicht beim 28 Cm. langen menschlichen Foetus noch keine eigentliche Verästelung ihres inneren Fortsatzes erhalten haben, sondern dass dieser Fortsatz in verschiedener Höhe der Schicht noch mit einem gekörnten *Knötchen* (einer »Wachsthumskeule») endigt und in diesem Stadium der inneren Stäbchenfaser, wie diese stets verbleibt, sehr ähnelt.

Bei dieser Gelegenheit ist es noch meine Pflicht anzugeben, dass ich in Betreff der Structur der retikulirten Schichten seit lange keine *netz*förmige Beschaffenheit derselben mehr annehme. Im Anfang der 80-iger Jahre, wie auch früher im Anfang der 70-iger Jahre, als ich meine Ansichten darüber veröffentlichte, waren die Untersuchungsmethoden nicht geeignet, diese äusserst schwierige Frage zu lösen, wie man auch zu jener Zeit in Betreff der Neuroglia der Centralorgane gar nicht ins Reine kommen konnte. Ich untersuchte damals vorwiegend mit der Ueberosmiumsäure und bekam deshalb bald eine körnige, bald eine netzförmige Structur. Ich hatte mich an solchen Präparaten längst (1870) überzeugt, dass die inneren Fortsätze der inneren Körnerzellen mehr oder weniger tief (bis auf $^3/_4$ der Dicke) in die innere retikulirte Schicht hinabtauchen, ohne dabei verzweigt zu werden; dann entzogen sie sich der weiteren Beobachtung. Ich bestritt deshalb die Lehre von Max Schultze, dass sie sich in dieser Schicht sofort verästeln und in ein diffuses Netzwerk übergehen. Die Golgi'sche, wie auch die Ehrlich'sche Methode haben aber längst dargelegt, dass wir gewissermassen *beide* etwas Recht hatten. Die meisten Fasern dringen ja mehr oder weniger tief *unverästelt* in die Schicht hinab, um sich dann reichlich zu verzweigen. Wie Kallius, glaube ich übrigens auch mehr an eine retikulirte, filzige als an eine *netz*förmige »Grundsubstanz» von der Art, wie sie mir früher die Osmiumpräparate zeigten. Was aber diese »Grundsubstanz» anbetrifft, so sind wir noch nicht über sie und ihre Structur vollständig ins Klare gekommen.

Zum Abschluss dieser übersichtlichen Abhandlung über die Neuroglia des Gehirns und einiger ihm mehr oder weniger angehörigen Organe, will ich nur noch betonen, dass ich mich *nie von anastomotischen Verbindungen der Gliazellen und ihrer Fortsätze*, und zwar weder bei den einzelnen Elementen selbst, noch unter den verschiedenen Zellenindividuen, überzeugen konnte. Ueberall, wo klare und sichere Bilder vorlagen, sah ich sie von einander getrennt.

Was dann die so viel besprochene »*Grundsubstanz*» *der Neuroglia* betrifft, so bin ich immer mehr zu der Auffassung gekommen, dass es keine eigentliche solche giebt. Die Gliazellen mit ihren Fortsätzen bilden die filzig geflochtene Stützsubstanz, in deren Maschen die Nervenzellen mit ihren Fortsätzen aufgehängt liegen; von bindegewebiger Substanz hat man nur die Blutgefässe mit ihren Scheiden, die zuweilen, wie im Rückenmark, abgeplattet und septenähnlich auftreten können. In den Maschen des Gliagewebes giebt es ausserdem nur Gewebssaft. Die homogene, structurlose Grundsubstanz, welche einige Forscher, wie Gierke, angenommen haben, ist nicht histologisch nachweisbar.

»*Gliahüllen*» lassen sich kaum unterscheiden. Zwar bildet die Glia (und das Ependym) an der äusseren und inneren Oberfläche den verdichteten Abschluss gegen die umgebenden Partien (Pia und die Cerebrospinalflüssigkeit der Ventrikel); diese Glia und das Ependym sind aber keine abgegrenzten Hüllen, sondern hängen überall mit dem übrigen unterliegenden Gliagewebe innig zusammen.

Mit der obigen Darstellung der Neuroglia habe ich, wie mehrfach betont ist, nur beabsichtigt, eine übersichtliche Schilderung dieses Gewebes zu geben. Um eine eingehendere Kenntniss dieser merkwürdigen, zuerst von Rudolf Virchow als *Neuroglia* bezeichneten und seitdem in mancher verschiedenen Weise aufgefassten und beschriebenen »Substanz» zu gewinnen, sind noch Untersuchungen in weitem Massstabe erforderlich, und zwar muss jede besondere Partie der Centralorgane bei verschiedenen Wirbelthieren und in verschiedenen Stadien der Entwicklung einzeln durchgearbeitet werden.

Nur ein paar Punkte werde ich diesmal noch berühren. Aus der obigen Darstellung geht es hervor, dass die Gliazellen des Gehirns während ihrer Entwicklung theilweise recht bedeutenden Formveränderungen unterworfen sind. Ihre Substanz muss deshalb wenigstens während des Foetallebens nicht starr, sondern gewissermassen beweglich, umformbar sein, obwohl sie später, v. A. was die Fortsätze betrifft, grossentheils erstarrt. Dies Steiferwerden der Gliaelemente, welches offenbar dazu dient, den echt nervösen Elementen ein geeigneteres Stützwerk darzustellen, schliesst jedoch nicht die Möglichkeit aus, dass den Gliazellen auch *andere Functionen* zukommen können, indem ja im Allgemeinen um den Kern herum etwas »lebensfähiges» Protoplasma vorhanden ist; v. A. aber können solche, z. B. sich auf die Ernährung des Organs, d. h. auf die Zusammensetzung des Gewebssaftes, sich beziehende Einflüsse der Gliaelemente während der Entwicklung — des Foetallebens — vorkommen. Ich habe hier nur auf diese Möglichkeit hinweisen wollen, jedenfalls ohne darauf zu urgiren, da noch keine Beweise vorliegen.

Was die *relative Menge* des Gliagewebes in den verschiedenen Regionen und Schichten des Gehirns betrifft, so ist es recht schwierig darüber etwas Sicheres auszusprechen. Da das Gliagewebe nicht nur eine Stützsubstanz der nervösen Elemente, sondern auch eine »Ausfüllungsmasse» zwischen diesen darstellt, so geht daraus hervor, dass es an den Stellen reichlicher vorhanden ist, wo die nervösen Elemente sparsamer sind und umgekehrt. Deshalb ist es auch an den Oberflächen der Centralorgane reichlicher vertreten als im Inneren, v. A. in den Schichten, wo die Nervenzellen angehäuft liegen. In den Pyramidenzellenschichten, aber auch in der Marksubstanz, ist das Gliagewebe in Folge dessen *relativ* spärlich; doch ist es auch an diesen Orten reichlicher als man zuweilen zu glauben scheint. Die Golgi'sche Methode kann bekanntlich in dieser Hinsicht nicht immer richtige Aufschlüsse geben; doch trifft man auch oft in Golgi'schen Präparaten Partien, z. B. von den Pyramidenzellenschichten, welche ein so dichtes Gewirr von Sternstrahlern enthalten, dass man sie mit den Blicken nicht durchdringen vermag. Die Nervenzellen liegen in eine moosige Masse so eingelagert, dass man sie kaum wahrnehmen kann.

Was endlich die Frage von dem Verhältniss der eigentlichen Neuroglia zu dem *Ependym* betrifft, so ist es nicht meine Absicht, diesmal auf diese Frage einzugehen. Dass auch im Gehirn, wie im Rückenmark, innige Verwandtschafts-Beziehungen zwischen diesen Gewebsarten vorhanden sind, geht aus manchen Umständen hervor. Dagegen scheint mir gerade im Gehirn eine histologische Differenzirung früher einzutreten als im Rückenmark.

Von besonderem Interesse ist das hier oben dargelegte Verhalten, dass die Ependymzellen, beim Menschen noch in den späteren Perioden des Foetallebens und bei Thieren noch nach der Geburt, bis an die Oberfläche der Hirnrinde noch in ihrer charakteristischen Gestalt nachweisbar sind.

2.

Weitere Beiträge zur Kenntniss der Cajal'schen Zellen der Grosshirnrinde des Menschen.

Tafel XIV—XIX.

Im vorigen (V.) Bande dieses Werkes[1] habe ich eine von verschiedenen Abbildungen begleitete Darstellung eigenthümlicher Zellenelemente gegeben, welche in der äussersten, sog. molekulären Schicht der Grosshirnrinde der Säugethiere und des Menschen vorhanden sind.

Diese Zellen, welche in ihrer eigenthümlichen Gestalt und Verbreitungsart zuerst (Dec. 1890) von Ramón y Cajal[2] im Gehirn des Kaninchens nachgewiesen wurden und deren Vorkommen ich (März 1891)[3] bestätigen konnte, wurden von dem spanischen Forscher bald danach (1891)[4] genauer beschrieben und in ihren verschiedenen Typen beim Kaninchen, der Maus, der Ratte und der Katze dargestellt.

In meiner genannten, im vorigen Bande dieser Untersuchungen[1] erschienenen Mittheilung, wo ich von diesen Zellen beim Hunde und der Katze eine Beschreibung gab, führte ich sie als *Cajal'sche Zellen* auf,[5] weil es mir sehr wünschenswerth eine gemeinsame Benennung der verschiedenen Typen zu erhalten zu sein schien, und weil Ramón y Cajal ihr eigentliche Entdecker ist, obwohl schon früher von anderen Forschern Nervenzellen in der Molekularschicht beschrieben worden sind. Da ich in derselben Mittheilung von der Darstellung des spanischen Histologen schon ein Bericht geliefert habe, kann ich diesmal darauf verweisen.

Wie verhalten sich nun diese eigenthümlichen Gebilde in dem *menschlichen* Gehirne?

In meiner vorläufigen Mittheilung vom J. 1891 beschrieb ich aus der Oberflächenschicht der menschlichen Hirnrinde eine eigenthümliche Art von zelligen Elementen, deren konische Zellkörper meistens vertikal gestellt waren und deren lange Ausläufer grösstentheils tangential verliefen, während dieses Verlaufes zahlreiche Seitenäste in lothrechter Richtung nach der Hirnoberfläche schickend. Ich konnte damals noch keine eigentliche Verwandschaft

[1] Gustaf Retzius, Die Cajal'schen Zellen der Grosshirnrinde beim Menschen und bei Säugethieren. Biolog. Untersuchungen v. Gustaf Retzius. N. F., Bd V, N:o 1, 1893.

[2] S. Ramón y Cajal, Textura de las Circunvoluciones cerebrales de los Mamíferos inferiores. Nota preventiva. Extr. de la Gaceta Medica Catalana d. 15 d. diciembre 1890.

[3] Gustaf Retzius, Ueber den Bau der Oberflächenschicht der Grosshirnrinde beim Menschen und bei den Säugethieren, Verhandlungen des biologischen Vereins in Stockholm, Bd 3, März 1891.

[4] S. Ramón y Cajal, Sur la structure de l'écorce cérébrale de quelques mammifères, La Cellule, 1, 1891.

[5] Einige Verfasser meinen, dass es richtiger wäre, die Benennung *Ramón'sche Zellen* zu gebrauchen, in welche Benennung sie die von mir gewählte umgeändert haben. Rauber äussert in seinem trefflichen Lehrbuch der Anatomie des Menschen Bd 2, S. 308 betreffs einer ähnlichen Frage (die von Ramón y Cajal entdeckten Kollateralen der Rückenmarksfasern) Folgendes: »Man nennt sie vielfach auch nach Ramón y Cajal die Cajal'schen Kollateralen. Damit ist indessen die Courtoisie vielleicht zu weit getrieben, denn der Name Cajal gehört der Frau des berühmten Forschers an.» Für uns Nordeuropéer ist es a priori nicht leicht zu verstehen, welchem von den Namen Ramón oder Cajal in dem vorliegenden Falle der Vorrang gebührt. Da ich dabei meinerseits den Namen Cajal vorgezogen habe, so ist es meine Pflicht, um mich dagegen zu vertheidigen, eine unrichtige Benennung in die wissenschaftliche Nomenclatur eingeführt zu haben, meine Gründe dafür anzugeben. Bevor ich die Wahl traf, schrieb ich meinem gelehrten Freunde Ramón y Cajal zu. In einem Briefe an mich beantwortete er, dass aus mehreren Gründen der Name Cajal vorzuziehen ist: Ramón ist der Name seines Vaters, Cajal derjenige seiner Mutter; Ramón ist aber in Spanien ein sehr gewöhnlicher Name und wird auch als Vorname gebraucht. Wie man aus den eigenen Schriften Ramón y Cajal's sieht, nennt er sich auch selbst oft nur Cajal, so bald er seinen Namen verkürzen will (s. z. B. Nuevo concepto de la Histologia de los centros nerviosos, Bibliographia, 1893, etc.).

zwischen diesen Elementen der menschlichen Hirnrinde und den von Ramón y Cajal bei den erwähnten Thieren beschriebenen Zellen erkennen, sondern führte sie als eine eigenthümliche Art von Neurogliazellen auf. Durch fortgesetzte Untersuchungen gelangte ich aber bald zur Erkenntniss der fraglichen Verwandtschaft, indem ich besonders in noch jüngeren Stadien der Zellen Zwischenformen von ihnen auffinden konnte.

In meiner ausführlicheren Mittheilung vom vorigen Jahre, wo ich diese Gebilde der menschlichen Hirnrinde genauer beschrieb und abbildete, führte ich sie deshalb zusammen mit den von Ramón y Cajal bei Thieren entdeckten unter der Gesammtbenennung *Cajal'sche Zellen* als eigenthümliche nervöse Elemente auf, obwohl der beim Menschen vorkommende Typus derselben eine ganz besondere Entwicklung und charakteristische Merkmale darzubieten pflegt.

Ich hatte damals die fraglichen Elemente nicht in jüngeren Stadien als beim 6-monatlichen und nicht in älteren als beim 8-monatlichen menschlichen Foetus darzustellen vermocht, obwohl ich manche Versuche machte, sie in früherem und späterem Zustande gefärbt zu bekommen. Es war deshalb möglich, dass die von mir beschriebenen Formen nur einer gewissen Entwicklungsstufe entsprachen, vielleicht nur embryonale Stadien darstellten. In dieser Richtung scheint auch Ramón y Cajal die von mir geschilderten Elemente aus der Grosshirnrinde des Menschen theilweise gedeutet zu haben. In der letzten Arbeit,[1] wo er die fraglichen Gebilde bespricht, äussert er also betreffs der Endknötchen der nach der Oberfläche ziehenden Aestchen, dass sie wahrscheinlich als embryonale Entwicklungserscheinungen zu betrachten sind.

Im letzten Jahre habe ich mich viel mit dem Bau und der Entwicklung des menschlichen Gehirns beschäftigt und dabei auch die Aussenschicht der Hirnrinde ganz besonders berücksichtigt, um das Verhalten der Neuroglia und der Cajal'schen Zellen zu eruiren. Es gelang mir, diese letzteren Gebilde bei einer Reihe menschlicher Foetus vom fünften Monat an bis zu den ausgetragenen nach der Golgi'schen Methode zu färben. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen nebst einer grösseren Anzahl von Abbildungen (Taf. XIV—XIX), welche verschiedene foetale Entwicklungsstadien der fraglichen Elemente wiedergeben, werde ich hier, als einen Beitrag zur Kenntniss vom Bau der äussersten Schicht der Grosshirnrinde des Menschen, mittheilen. Im Ganzen enthält zwar diese meine Darstellung eine genauere Bestätigung meiner früheren Angaben. Ich theile sie aber in dem Bewusstsein mit, dass jede Bestätigung resp. Erweiterung unserer Kenntniss vom Bau dieses hochwichtigen Organes, welches trotz der vielfachen Untersuchungen noch so wenig erforscht ist, werthvoll sein muss. Unter dem Hinweis auf die zahlreichen, die Präparate möglichst genau wiedergebenden Abbildungen und auf meine früheren Beschreibungen der fraglichen Elemente kann ich diesmal in der Schilderung aber kurz sein.

Da ich in Betreff der Verhältnisse bei den Thieren nichts Wesentliches hinzuzufügen habe, und da meine Aufmerksamkeit hauptsächlich auf die Verhältnisse beim *Menschen* gerichtet gewesen ist, so werde ich diesmal nur diese behandeln.

Mehrmals versuchte ich bei menschlichen Embryonen im 3. und 4. Monat, die ziemlich, obwohl leider nicht ganz frisch in meine Hände kamen, die Elemente der äussersten Rindenschicht des Gehirns nach der Golgi'schen Methode zu färben. Es gelang mir die äusseren Enden der Ependymzellen und der Pyramidenzellen gefärbt zu bekommen, die Cajal'schen Zellen verblieben aber ungefärbt. Erst beim 23.5 Cm. langen Foetus, *im 5. Monat*, ist mir dies gelungen. In den Fig. 1—5 der Taf. XIV habe ich aus diesem Entwicklungsstadium einige der fraglichen Elemente abgebildet. Die Fig. 1—4 stellen Partien von Vertikalschnitten aus der Parieto-Occipitalregion dar. Fig. 1 giebt eine Zelle wieder, die mit den entsprechenden Gebilden der niedrigeren Säugethiere (Ratte, Katze, Hund) viel Aehnlichkeit zeigt; sie hat eine bipolare oder spindelförmige Gestalt und entsendet ihre beiden Fortsätze in tangentialer Richtung nach zwei entgegengesetzten Seiten; von diesen Fortsätzen gehen nur kurze Aestchen ab, die grösstentheils nach der Oberfläche hin ziehen, ohne diese zu erreichen; einige dieser Aestchen endigen mit rundlichen Knötchen; es giebt aber auch kleine Aestchen, die nach unten hin verlaufen. Diese Zellenform scheint im Ganzen einem sehr frühen Entwicklungsstadium anzugehören.

In den Fig. 2—4 finden sich zwar Anklänge an diese tangential angeordnete, bipolare Zellenform. Die meisten Zellenkörper sind aber mehr oder weniger vertikal gestellt und im Ganzen von unregelmässiger, wechselnder Gestalt und verschiedener Grösse. Die Zahl ihrer Fortsätze ist auch sehr wechselnd; vom oberen Umfang gehen oft mehrere kurze, mit Endknötchen versehene Fäden aus, die nach der Oberfläche hin streben, aber ohne sie zu

[1] Ramón y Cajal, Les nouvelles idées sur la structure du système nerveux chez l'homme et chez les vertébrés. 1894.

erreichen; nach den Seiten hin entsenden die Zellenkörper, und zwar sowohl vom oberen wie vom unteren Umfang, mehrere fadige Fortsätze, die in tangentialer Richtung verlaufen und oft auf lange Strecken durch das Präparat zu verfolgen sind. Während dieses tangentialen Verlaufes geben die Fortsätze Seitenästchen ab, von denen nur wenige nach unten und seitlich abgehen, und die meisten mehr oder weniger vertikal nach oben, d. h. nach der Oberfläche hin, emporsteigen; es gelang mir nie diese vertikalen Seitenästchen in den Präparaten bis in die Nähe der Oberfläche zu verfolgen; ob dies nun von einer mangelhaften Färbung oder davon abhängt, dass die Aestchen noch nicht so weit ausgewachsen waren, kann ich nicht entscheiden.

Im Ganzen liegen die Zellenkörper nicht tief unter der Hirnoberfläche, sondern gewöhnlich in der äusseren Hälfte der »molekulären» Schicht. In der Fig. 4 habe ich eine Partie eines Vertikalschnittes abgebildet, wo vier Zellenkörper nicht weit von einander entfernt liegen. Man sieht in dieser Figur, wie sich die tangentialen Fortsätze verhalten; einige gehen direkt vom Zellenkörper aus und bleiben in ihrem Verlaufe in der äusseren Hälfte der »Molekularschicht», andere senken sich zuerst tiefer hinab, ehe sie die tangentiale Richtung einschlagen; oft geht vom unteren Ende des Zellenkörpers ein dickerer Fortsatz ab, der mehr oder weniger vertikal hinabsteigt, zuweilen sogar bis zur unteren Grenze der Schicht, um sich dann tangential umzubiegen und den Verlauf in dieser Richtung fortzusetzen; während des Hinabsteigens des unteren Fortsatzes gehen von ihm mehr oder weniger zahlreiche seitliche Aeste ab, die auch tangential verlaufen. Alle diese tangentialen Fäden verhalten sich in der von mir schon in den Mittheilungen v. d. J. 1891 und 1893 geschilderten Weise. Nach kürzerem oder längerem Verlaufe und nachdem sie ihre vertikalen, nach der Oberfläche hin emporsteigenden Seitenäste abgegeben haben, biegen sie selbst nach der Oberfläche hin empor, um dort mit knopfförmigem Ende zu endigen; zuweilen schlagen sie noch ein- oder mehrere mal, gewissermassen treppenförmig verlaufend, eine tangentiale Richtung ein, bis sie zuletzt unweit der Oberfläche knopfförmig endigen.

Wie aus der Fig. 4 der Taf. XIV hervorgeht, giebt es schon zu dieser Zeit, besonders in den unteren (inneren) Partien der »Molekularschicht», eine Menge tangentialer Fasern, deren Zusammenhang mit Cajal'schen Zellenkörpern in den betreffenden Präparaten nicht direkt dargelegt werden kann, die aber sowohl hinsichtlich ihres Verlaufes wie ihrer Verzweigung eine so grosse Uebereinstimmung mit den sicheren Fortsätzen derselben zeigen, dass sie höchst wahrscheinlich als solche aufzuführen sind. Hiermit will ich jedoch nicht sagen, dass alle färbbare tangentiale Fasern Fortsätzen der Cajal'schen Zellen entsprechen; es können unter denselben gewiss sehr verschiedene Arten von Nervenfasern sich finden, die vielleicht auch vertikale, nach der Oberfläche emporsteigende Seitenästchen abgeben. Diese Frage lässt sich nicht ohne Weiteres entscheiden.

Aus dem hier oben Angeführten geht nun hervor, dass die Cajal'schen Zellenelemente mit ihren langen Faserfortsätzen schon in der Mitte des 5. Foetalmonates in ihrer Entwicklung weit fortgeschritten sind. Sie bieten hinsichtlich der Gestalt und Anordnung schon etwa dieselben Typen dar, welche ich früher beim 6—7—8-monatlichen menschlichen Foetus beschrieben habe, obwohl unter ihnen auch Elemente vorkommen, die eine niedrigere Entwicklungsstufe erkennen lassen (Fig. 1 der Taf. XIV).

In Tangentialschnitten der foetalen Hinoberfläche aus dem 5. Monat (23,5 Cm. lange Foetus) lassen sich die Cajal'schen Zellen mit ihren Fortsätzen hier und da in weiter Ausdehnung verfolgen. Fig. 5 der Taf. XIV giebt eine solche Gruppe wieder. Man sieht oft den Zellenkörper dieser Elemente nicht nur spindelförmig, sondern sogar mohrrübenförmig gestaltet, indem das eine Ende desselben sich nur allmählig verjüngt, bevor es in den Fortsatz ausläuft, das andere dagegen sogleich als eine feinere Faser vom anderen, dickeren Ende des Zellenkörpers ausläuft und dabei auch nicht selten sogleich eine knotig-variköse Beschaffenheit darbietet. Im Ganzen macht dieser letztere Fortsatz eher den Eindruck eines Axencylinders und der andere denjenigen eines Dendriten, obwohl es bis auf Weiteres kaum möglich ist, diese wichtige Frage zu entscheiden. Bei anderen Zellenelementen (Fig. 5 der Taf. XIV) ist eine solche Verschiedenheit der Fortsätze nicht nachweisbar; man sieht von ihnen mehrere Fortsätze entspringen, unter denen zwar vielleicht ein Axencylinderfortsatz vorhanden ist, der sich aber kaum erkennen lässt. Nun ist es ja möglich, dass unter diesen Zellenelementen mehr als eine Zellenart vorliegt, wie Ramón y Cajal bei den Thieren angegeben hat. In dieser Hinsicht habe ich aber, trotz vieler Bemühungen, keine bestimmte Ueberzeugung gewinnen können. Ich sah nämlich so viele Uebergangsformen der verschiedenen Zellenarten, dass ich eher nur einen einzigen Typus anerkennen kann, der eine verschiedene Gestalt, d. h. verschiedene

Untertypen darbietet. Beim genauen Studium der Vertikalschnitte vermochte ich ebenfalls keine distincten Zellenarten, sondern nur eine recht grosse Wechselung der Gestalt der Zellen zu erkennen.

Im *6. Monat* des Foetallebens (28 Cm. Länge des Foetus) gelang es mir, in verschiedenen Regionen der Hirnrinde eine gute Färbung der Cajal'schen Zellenelemente zu bekommen. In den Fig. 6—9 der Taf. XIV und in den Fig. 1—5 der Taf. XV habe ich Partien von solchen Präparaten (Vertikalschnitten) wiedergegeben. Man findet in diesen Figuren Cajal'sche Zellenkörper von sehr wechselnder Gestalt. In den Fig. 7 und 9 der Taf. XIV und in Fig. 1 der Taf. XV sind einige tangential angeordnete, spindelförmige Zellenkörper repräsentirt. Die übrigen haben eine mehr aufrechte, »vertikale» Stellung. Im Ganzen bieten sie aber einen gemeinsamen Typus dar, indem sie theils direkt nach der Oberfläche hin Fortsätze aussenden, theils auch seitliche Fortsätze abgeben, die tangential verlaufen, um nach der Abgabe von vertikalen Aestchen früher oder später nach der Oberfläche umzubiegen und unweit derselben zu endigen; endlich schicken auch viele dieser Zellenkörper einen Fortsatz nach unten hin, welcher nach Abgabe von mehr oder weniger zahlreichen tangentialen Seitenfortsätzen selbst in tangentialer Richtung umbiegt und weit verläuft.

Mehrere dieser Zellenkörper sind verhältnissmässig klein und vielfach eingekerbt. Beim Vergleich mit den in diesem Stadium der Foetalentwicklung noch recht unentwickelten Neurogliazellen lassen sich in Betreff der Gestalt und der Anordnung mehrere Aehnlichkeiten nachweisen. In der Fig. 1 der Taf. XV habe ich zusammen mit einigen Cajal'schen Zellen auch eine Reihe von anderen kleineren Zellen abgebildet, die kaum Anderes sein können als Neurogliazellen auf einer niedrigen Entwicklungsstufe; dieselben imitiren in Form und Anordnung gewissermassen die Cajal'schen Zellen; ihr kleiner Zellenkörper und die verhältnissmässige Kürze der Fortsätze geben jedoch gute Unterscheidungsmerkmale, obwohl es auf diesem Stadium auch Zellen giebt, über deren Natur man zweifelhaft sein kann. In derselben Figur habe ich noch einige äussere Enden von *Ependymzellen (ep)* dargestellt, woraus ersichtlich ist, dass sich diese beim Menschen ganz wie bei den Thieren verhalten. Gerade beim Uebergang der langen, oft knotig-varikösen, parallel nach der Oberfläche hin in die »molekuläre» Schicht verlaufenden Fasern tritt ihre Verzweigung ein; sie theilen sich dabei wiederholt dichotomisch, oft mit einem Knötchen an der Theilungsstelle versehen, und schicken nach schwacher Umbiegung ihre feinen, oft knotig-varikösen Aestchen in parallelem, zuweilen etwas welligem Verlaufe als einen langen Büschel nach der Oberfläche hin, wo sie mit einem Knötchen dicht unter der Pia endigen.

In derselben Figur (Fig. 1 der Taf. XV) habe ich auch mehrere Nervenzellen der Pyramidenschicht (gz) dargestellt, welche verschiedenen Entwicklungsformen der kleinen Pyramidenzellen entsprechen; eine dieser Zellen hat schon einen langen Dendritenfortsatz bekommen, d. h. es verzweigt sich derselbe erst weit nach aussen hin; Seitenfortsätze sind an dem Zellenkörper noch nicht vorhanden. Links von dieser Zelle befindet sich eine andere bipolare Zelle von gleicher Gestalt, aber mit kürzerem Stamm des Dendritenfortsatzes; rechts von ihr liegt eine Zelle mit kürzerem, noch dickem Dendritenfortsatz. Zwischen und neben diesen Zellen bemerkt man dann vier Pyramidenzellen, deren oberes (äusseres) Ende entweder (links) in einen kurzen Dendritenfortsatz ausläuft, welcher sich sogleich in Aestchen verzweigt, oder (rechts) ohne Vermittelung eines Stammfortsatzes selbst solche Aestchen aussendet. Diese letzteren Zellen sind also noch in einem multipolaren (tripolaren) Stadium vorhanden. Es liegt hier gewissermassen eine Reihe von Entwicklungsformen vor. Aus dem zuletzt erwähnten Stadium, wo sich noch kein Dendritenstamm entwickelt hat, gehen die anderen Stadien allmählig dadurch hervor, dass das obere (äussere) Ende des Zellenkörpers sich mit den Aestchen auszieht und den Dendritenstamm bildet. Der Axencylinderfortsatz ist bei allen Zellen schon vorher entwickelt und zeigt hier und da auch einige, obwohl nur ganz kurze, Golgi'sche Seitenästchen.

Es gehört zwar nicht zu den in dieser Abtheilung vorliegenden Fragen, die Entwicklung der Pyramidenzellen zu besprechen, um so viel weniger, als ich in einem folgenden Bande auch diesen Gegenstand ausführlicher zu behandeln beabsichtige. Ich habe ihn hier deshalb besprochen, weil die Sache für die unten behandelte Frage von der Entwicklung der Nervenzellen des Ganglion spirale acustici von Interesse ist.

In derselben Figur (Fig. 1 der Taf. XV) sind links von der Pyramidenzellengruppe noch zwei eigenthümlich gestaltete Nervenzellen vorhanden, von denen die eine den Axencylinderfortsatz darbietet und, obwohl von sehr abweichender Gestalt, wahrscheinlich als eine Pyramidenzelle zu betrachten ist, während die andere mit ihren zahlreichen Fortsätzen als eigenartig bezeichnet werden muss. Solche Zellen kommen in Präparaten aus der Mitte der Foetalperiode häufig vor und bedürfen einer weiteren Untersuchung.

Dann habe ich aus der Mitte des *siebenten* Monates mehrere Abbildungen mitgetheilt. In der Fig. 4 der Taf. XV und in den Fig. 1 und 2 der Taf. XVI sind Vertikalschnitte, in den Fig. 3 und 4 der Taf. XVI Tangentialschnitte aus dieser Periode wiedergegeben. Die Cajal'schen Zellen bieten Formen dar, die sich denjenigen der früheren Perioden eng anschliessen. Es gelang mir indessen nur ausnahmsweise, eine Färbung der vertikal emporsteigenden Zweige und der Seitenästchen der Tangentialfasern zu bekommen; wahrscheinlich reichen jedoch diese Aeste schon jetzt bis in die Nähe der Oberfläche hinauf. In dieser Periode haben die Neurogliazellen im Allgemeinen eine sie deutlicher differenzirende Entwicklung erfahren (Fig. 4 *nz* der Taf. XV sowie Fig. 2 *nz* und Fig. 3 *nz* der Taf. XVI, wo in der letztern Fig. zwei Neurogliazellen in tangentialer Ansicht dargestellt sind). Aus dieser Periode erhielt ich keine so reiche Anzahl und Verästelung der tangentialen Fortsätze, wie ich schon aus dem fünften Monate, aber noch viel mehr aus dem achten bekam; es hing dies doch sicherlich von einer nicht hinreichenden Färbung dieser Fasern ab. In den Tangentialschnitten (Fig. 3 und 4 der Taf. XVI) konnte ich sie oft in ihrer sich kreuzenden Ausbreitungsweise auf weite Strecken verfolgen; oft liessen sich diese Fasern als direkte Fortsätze der Cajal'schen Zellen nachweisen, obwohl auch viele Fasern in den Präparaten zu sehen waren, bei denen dieser Ursprung nicht nachweisbar war. Offenbar verlaufen diese Fasern oft sehr weite Strecken. Hier und da kann man auch in den tangentialen Schnitten die von ihnen ausgehenden Seitenästchen wahrnehmen; es sind dies offenbar die nach aussen ziehenden, vertikalen Aestchen der Fasern. Auch die von den Zellenkörpern direkt ausgehenden Fortsätze waren zahlreich vorhanden. Von Interesse ist es, an diesen Schnitten zu erfahren, wie die Zellenkörper und ihre Fortsätze angeordnet sind; sie halten nämlich keine bestimmte sagittale oder frontale Richtung ein, sondern kreuzen sich in der verschiedensten Weise unter spitzen, geraden oder stumpfen Winkeln. Unter den Fortsätzen der Zellen konnte ich keinen Axencylinderfortsatz mit einiger Sicherheit unterscheiden; ebenso wenig konnte ich an einer und derselben Zelle mehrere solche Fortsätze nachweisen. Alle Zellenfortsätze zeigen nämlich in diesem Stadium ungefähr dieselben Charaktere.

Aus dem *achten* Monate des Foetallebens erhielt ich im Ganzen die schönsten Färbungen der Cajal'schen Zellen und der Tangentialfasern.

Aus dem Beginn dieser Periode, von einem 7 *Monate* alten Foetus, theile ich eine Abbildung (Fig. 2 der Taf. XVII) mit, die eine bei etwas stärkerer Vergrösserung (Vér. Obj. 6 und Ocul. 3, ausgezog. Tub.) als die übrigen Figuren gezeichnete Cajal'sche Zelle wiedergiebt, an der man sehr schön und klar die Verästelung mehrerer Fortsätze studiren kann. Vom Zellenkörper gehen oben, seitlich und unten verschiedene Fortsätze aus, welche nach kürzerem oder längerem, tangentialem, aber etwas guirlandenartig gebogenem Verlaufe nach oben (aussen) umbiegen, um sich der Oberfläche zu nähern; während des Verlaufes geben sie eine Anzahl von vertikalen Seitenästchen ab, die in schön paralleler, fast gerader Anordnung der Oberfläche zustreben, gewissermassen denselben Verlauf einschlagend, wie die äusseren Enden der Ependymfasern, von denen links in der Figur (*e*) zwei abgebildet sind. Ein knötchenförmiges Ende liess sich an den vertikalen Aestchen der Cajal'schen Zellen nicht nachweisen, dagegen sah ich hier, wie im Ganzen sehr oft der Fall ist, eine kleine dreieckige Verdickung an der Abgangsstelle der Aestchen. Natürlicherweise giebt es an den meisten Zellen auch Fortsätze, welche nicht in den Plan des Präparates resp. der Abbildung fallen, die also in derselben nicht sichtbar sind.

Aus der Mitte des *achten* Monates habe ich aber, wie eben erwähnt wurde, eine Reihe von Präparaten bekommen, die die Anordnung der Cajal'schen Zellen und der Tangentialfasern mit ihren Aestchen in wundervoll schöner Weise darlegen. Einige Partien derselben sind in der Fig. 5 der Taf. XVI und in den Fig. 1 und 3 der Taf. XVII wiedergegeben. Diese Figuren können einen Begriff von dem kolossalen Reichthum der vertikalen Aestchen geben, die, von den tangentialen Fasern rechtwinklig ausgehend, die »Molekularschicht» der Hirnrinde des Menschen bis zur Oberfläche durchlaufen. An gut gefärbten Stellen sieht man in der That ein so dichtes Gitter dieser Palissadenfasern, dass man kaum die einzelnen Fasern zu verfolgen vermag, besonders wenn die Schnitte dicker sind. Man wählt deshalb, um die Verhältnisse besser studiren zu können, am liebsten dünnere Schnitte aus, wo die Färbung nicht zu vollständig ist. Dann sieht man, dass die Charaktere der fraglichen Gebilde dieselben sind, wie ich sie oben aus den früheren Perioden geschildert habe.

Ich habe hauptsächlich solche Stellen für die Abbildung gewählt, wo man möglichst viel von der Ausbreitung der Fortsätze wahrnehmen kann (Fig. 5 der Taf. XVI und Fig. 1 und 3 der Taf. XVII), weil diese für die Auffassung der fraglichen Gebilde am meisten erläuternd sind. Die Zellenkörper liegen auch in dieser Periode

grösstentheils in der äusseren Hälfte der »Molekularschicht». Manche befinden sich sogar unweit der Oberfläche (Fig. 1 der Taf. XVII); diese Zellen zeigen zuweilen einen tangential liegenden, spindelförmigen Zellenkörper, wie wir ihn schon aus früheren Stadien kennen gelernt haben, und von etwa derselben Form, die von Ramón y Cajal und mir bei verschiedenen Säugethieren (Ratte, Katze, Hund) beschrieben und abgebildet worden ist. Oefter sind aber die Cajal'schen Zellenkörper auch in dieser Periode mehr gedrungen, rundlich, dreieckig, oval und eventuell mit der Längsaxe eher vertikal gestellt. Zwar kann eine in den Präparaten erscheinende, gedrungenere Gestalt in den einzelnen Fällen davon herrühren, dass längliche Zellenkörper von einem Ende gesehen werden. Aber auch in Tangentialschnitten bemerkt man recht zahlreiche Zellenkörper von kürzerer (rundlich-polygonaler oder ovaler) Gestalt, so dass sicherlich nicht alle, sondern im Gegentheil nur eine kleinere Zahl spindelförmig verlängert und mit der Längsaxe tangential angeordnet sind.

Im Ganzen trifft man in den betreffenden Präparaten nicht viele Cajal'sche Zellenkörper. Hier und da liegen sie zwar zu zwei, drei oder vier nahe an einander; gewöhnlich sind sie aber mehr vereinzelt; ja man kann sogar weite Partien des Präparates durchmustern, wo zwar die Tangentialfasern mit ihren vertikalen Aesten schön und reichlich gefärbt sind, sich aber keine Zellenkörper zeigen. Dies lässt sich wohl zum Theil durch eine mangelhafte Färbung erklären; doch darf man sicherlich auf eine im Ganzen spärliche Zahl der Cajal'schen Zellen schliessen.

Um so zahlreicher sind aber ihre Fortsätze und deren Aeste. Da sie in ganz ähnlicher Weise angeordnet sind, wie ich schon oben aus früheren Perioden des Foetallebens beschrieben habe, so ist es überflüssig, sie hier noch einmal ausführlicher zu besprechen. Ich will deshalb hier nur kurz betonen, dass vom oberen Umfang des Zellenkörpers in der Regel Fortsätze entspringen, die ziemlich stark sind und direkt nach der Oberfläche ziehen, in deren unmittelbarer Nähe sie mit einem kleineren oder grösseren Knötchen endigen. Vom seitlichen Umfang gehen dann zwei oder mehrere, zuweilen zahlreiche Fortsätze aus, die tangential ziehen und nach kürzerem oder längerem Verlauf nach oben (aussen) hin umbiegen, um unweit der Oberfläche zu endigen; während dieses Verlaufes theilen sie sich hin und wieder dichotomisch, wonach die Theiläste in spitzem Winkel von einander abfahren, um ihren Verlauf tangential in der eben beschriebenen Weise fortzusetzen und dann zu endigen. Sowohl die Stammfaser wie ihre Theiläste geben auf ihrer tangentialen Bahn mehr oder weniger zahlreiche Zweige ab, welche gewöhnlich ganz fein sind, nicht selten knotig-varikös erscheinen und in geradem oder kleinwelligem Verlauf vertikal und einander parallel nach oben (aussen) hin steigen, um in unmittelbarer Nähe der Oberfläche zu endigen, wobei sie oft ein kleines Knötchen an ihrem Ende darbieten. In ganz derselben Weise verhalten sich nun auch die vom unteren Ende der Zellenkörper entspringenden Fortsätze, nachdem sie eine mehr oder weniger lange Strecke nach unten (innen) gelaufen sind. Sie verzweigen sich und biegen mit ihren Zweigen nach der Seite hin, und zwar nach verschiedenen Richtungen, um, setzen dann eine Strecke tangential fort, theilen sich zuweilen dichotomisch und geben dabei in ähnlicher Weise, wie die seitlichen Fortsätze, eine Anzahl vertikal nach der Nähe der Oberfläche emporsteigender Aeste ab. Diese unteren tangentialen Fortsätze sind oft sehr lang. Man kann sie in den Präparaten weite Strecken verfolgen, bevor sie nach der Oberfläche hin umbiegen; nachdem sie dies gethan haben, können sie sehr oft noch einmal eine tangentiale Richtung einschlagen und eine Strecke in diesem höheren Niveau verlaufen, um sich dann wieder nach der Oberfläche zu wenden; ja sie können in derselben Weise mehrmals umbiegen und gewissermassen einen treppenförmigen Verlauf zeigen, wobei sie in der Regel schmäler werden, um zuletzt in der Nähe der Oberfläche mit einem kleinen, aber nicht constant vorkommenden Knöpfchen zu endigen.

In den vertikal geschnittenen Präparaten lassen sich in dieser Weise nur die Fortsätze verfolgen, welche der Länge nach getroffen sind. Die quer oder schief vom Messer getroffenen verhalten sich jedoch natürlich so, wie u. A. das Studium der Tangentialschnitte lehrt.

Wie soll man aber nun die grosse Anzahl von tangential verlaufenden Fasern der äussersten Hirnschicht erklären? In der unteren Hälfte dieser Schicht werden solche Fasern in besonders grosser Menge angetroffen. Die meisten von ihnen ähneln in auffallendem Grade den als direkte Fortsätze der Cajal'schen Zellen nachzuweisenden Fasern. Sie geben gerade wie diese vertikal aufsteigende Aeste ab. Dem Aussehen nach wären sie also als solche Fortsätze anzusprechen, obwohl sie weite Strecken von ihren Ursprungszellen aus durchlaufen sind, und ihr Zusammenhang mit diesen nicht mehr direkt nachweisbar ist. Indessen ist ihre Anzahl im Verhältniss zu der Zahl der

nachweisbaren Zellenkörper so kolossal, dass es vorsichtiger ist, bis auf Weiteres, die Möglichkeit einer Untermischung dieser Fasern durch andere Arten anzunehmen, die auch vertikale Aeste in derselben Weise wie die Fortsätze der Cajal'schen Zellen abgeben. Jedenfalls ist diese Structur der menschlichen Hirnrinde von hohem Interesse und meines Wissens früher nicht bekannt gewesen. Bei den niederen Säugethieren (Ratte, Katze, Hund) ist die entsprechende Structur, wie die von Ramón y Cajal und mir gelieferten Abbildungen beweisen, obwohl sie Anklänge davon zeigt, mit den Verhältnissen in der menschlichen Hirnrinde, jedoch kaum zu vergleichen.

Was nun die Ausbreitung dieser Structur in dem menschlichen Gehirn betrifft, so kann ich jetzt mittheilen, dass sie überall in der äussersten Rindenschicht vorkommt, sowohl am Frontal- wie am Parietal-, Occipital- und Temporallappen. Ob hierin Verschiedenheiten vorhanden sind, darf ich noch nicht angeben, weil solche leicht von der Launenhaftigkeit der Färbungsmethode herrühren können. In dieser Hinsicht müssen viele Untersuchungen ausgeführt werden, bevor constante Verschiedenheiten sicher dargelegt werden können. Von vornherein sind aber derartige Verschiedenheiten wahrscheinlich. Auch in der Insula Reilii habe ich eine solche Structur darthun können.

Bevor ich die jetzt besprochene Periode des Foetallebens verlasse, will ich noch hervorheben, dass die Neurogliazellen in diesem Stadium in auffallender Weise eine weitere Entwicklung erfahren haben, wie die Fig. 5 der Taf. XVI, wo bei *nz*, und die Fig. 1 der Taf. XVII, wo bei *nz*, nz^1 einige solche Zellen abgebildet sind, darthun. Da ich die Entwicklung der Neurogliazellen schon in der ersten Abhandlung dieses Bandes besprochen habe, verweise ich auf jene Darstellung; hier will ich nur betonen, dass in diesem Stadium die Cajal'schen Zellen und die Neurogliazellen in scharf ausgeprägter Weise charakterisirt sind und keine äusseren Aehnlichkeiten, keine »Zwischenformen» mehr darbieten. In der Fig. 1 der Taf. XVII habe ich bei nz^1 zwei Neurogliazellen abgebildet, welche Fortsätze zu den umliegenden Blutgefässen schicken, an deren Adventitialscheide sie sich mit breiten Füssen befestigen.

Nachdem ich also gute Präparate aus dem achten Monate bekommen hatte, erübrigte mir noch, das Verhalten der Cajal'schen Zellen in neunten Monate, beim ausgetragenen Kinde, und in der nach der Geburt folgenden Periode darzulegen. Aus dem *neunten* Monate (45 Cm. Foetus) erhielt ich eine Reihe interessanter Bilder, von denen ich einige in den Fig. 1—5 der Taf. XVIII, wiedergegeben habe. Im Ganzen zeigen die Cajal'schen Zellen dieser Periode den oben aus früheren Stadien beschriebenen Typus; nur sind neue Variationen desselben zu verzeichnen. Die in der Fig. 1 abgebildete Zelle bietet eine Menge mehr unregelmässig angeordneter Fortsätze dar; dasselbe lässt sich auch betreffs der in der Fig. 2—5 abgebildeten Zellen sagen. Die tangentialen Fasern waren in den Präparaten nur ziemlich spärlich gefärbt worden; ob nun die mangelhafte Färbung von der Launenhaftigkeit der Methode oder von dem Vorhandensein einer nunmehr aufgetretenen Markscheide herrührt, darf ich nicht entscheiden.

Beim ausgetragenen Foetus (v. 48 Cm. Länge) bekam ich auch Färbung zahlreicher Cajal'scher Zellenkörper, von denen ich in den Fig. 6 und 7 der Taf. XVIII und in den Fig. 1—9 der Taf. XIX eine Anzahl abgebildet habe. Ihre Färbung ist in diesem Stadium jedenfalls nicht so gut gelungen wie im achten Monate, indem die Tangentialfasern jetzt nur theilweise sichtbar sind. In Bezug auf Gestalt und Anordnung bieten die Zellenkörper aber in diesem Stadium im Ganzen mit denjenigen der jüngeren Perioden eine so grosse Uebereinstimmung dar, dass man kaum sagen kann, dass in dieser Hinsicht eine auffallende Veränderung, resp. eine weitere Entwicklung derselben vorliegt. Ja, man findet sogar noch die knötchenförmige Endigung vieler vom Zellenkörper nach der Oberfläche hin emporsteigender Fortsätze, in der Ramón y Cajal eine embryonale Erscheinung vermuthet. Es giebt noch tangential gestellte, spindel- oder mohrrübenförmige Zellenkörper u. s. w. Ein genaueres Eingehen auf die Beschreibung der verschiedenen Zellenformen ist hier überflüssig, da ein Blick auf die Figuren eine bessere Erläuterung gewährt. In der Fig. 7 habe ich eine Zelle perspektivisch abgebildet, wodurch die Ausbreitung der Fortsätze deutlicher hervortritt. In der Fig. 9 habe ich noch zwei Zellen in tangentialer Ausbreitung dargestellt.

Aus der obigen Beschreibung geht also hervor, dass die Cajal'schen Zellen schon in der Mitte des fünften Monats in ihren charakteristischen Merkmalen vorhanden sind und sich während des ganzen Foetallebens in fast gleicher Weise verhalten, obwohl dabei natürlicherweise auch eine weitere Entwicklung dieser Elemente statt findet. Sie zeigen noch beim ausgetragenen Kinde ganz ähnliche Formen und eine entsprechende Anordnungsweise, obwohl es mir nur theilweise gelungen ist, ihre zahlreichen Fortsätze in ihrem ausgebreiteten tangentialen Verlaufe in dieser Periode vermittelst der Golgi'schen Färbungsmethode zur Ansicht zu bringen.

Dass aber die Gestalt der Cajal'schen Zellen noch bei der Geburt eine embryonale ist, die sich dann später im postfoetalen Leben bedeutend verändert, ist kaum wahrscheinlich, da die übrigen Nervenzellen — ja, sogar die Neurogliazellen — des menschlichen Organismus schon zu dieser Zeit ihren schliesslichen Formen sehr nahe gekommen sind.

Leider ist es mir trotz vielfacher Versuche bis jetzt noch nicht gelungen, die Cajal'schen Zellen im postfoetalen Zustande zu färben. Ich habe in dieser Hinsicht verschiedene Kinderhirne vom ersten Monate an bis zum achten Jahre zu färben versucht. Dann habe ich noch manche Gehirne Erwachsener mit der Golgi'schen Methode behandelt. Zuweilen bekam ich eine recht gute Färbung der Pyramidenzellen und fast immer der Neuroglia, der Cajal'schen Zellen aber nie. Hier und da färbten sich indessen die Tangentialfasern der äussersten Rindenschicht, und in manchen Fällen sah ich die von ihnen abgehenden Vertikaläste auch gefärbt, die Zellenkörper aber sonderbarer Weise niemals. Da es mir aber nicht gelungen ist, ganz frische menschliche Gehirne zu bekommen, so kann die ausgebliebene Färbung der Zellen vielleicht dadurch erklärt werden.

Bei Thieren (Katze, Hund) gelang es mir hin und wieder, auch im erwachsenen Zustande die Cajal'schen Zellenkörper und ihre Fortsätze zu färben.

In Betreff der Deutung der fraglichen merkwürdigen Zellen habe ich zu dem in der Abhandlung des vorigen Bandes Gesagten nichts Wesentliches hinzufügen. Da ich kein Freund von schwebenden Hypothesen bin, werde ich auch nicht versuchen, eine weitere Erklärung derselben zu geben, obwohl man sie bis auf Weiteres in Folge der bedeutenden Ausbreitung ihrer tangentialen Fortsätze nicht ohne Grund als tangential verbindende Elemente auffassen könnte. Ihre übrigen Funktionen sind aber noch vollständig in Dunkel gehüllt.

Was die Schicht der Hirnrinde betrifft, in welcher sie ihren Sitz haben, so habe ich schon in der vorigen Abhandlnng (s. o.) vorgeschlagen, dieselbe als *die Schicht der Cajal'schen Zellen* zu bezeichnen, da die Benennung »die Molekularschicht» nunmehr in keiner Hinsicht zutreffend ist.

3.

Ganglion ciliare.

Tafel XX.

Die Frage von der morphologischen Bedeutung des Ganglion ciliare — ob es zu dem cerebro-spinalen, oder zu dem sympathischen System gehöre — ist in der anatomischen Wissenschaft nicht neu. Früher scheint man im Allgemeinen eher für die Annahme der sympathischen Natur desselben geneigt gewesen zu sein. Durch makroskopische Untersuchungen alleine konnte indessen diese Frage nicht sicher erledigt werden, obwohl gewiss eine eingehende vergleichend-anatomische und embryologische Revision der vorliegenden Verhältnisse von grosser Bedeutung sein würde. Eine solche Untersuchung nahm Schwalbe[1] unter gleichzeitiger Berücksichtigung des feineren Baues vor; er kam zu dem Ergebniss, dass das Ciliarganglion eigentlich das Wurzelganglion des N. oculomotorius darstellt und in Folge dessen als ein Cerebrospinalganglion angesehen werden muss. Auch der feinere Bau desselben sprach seiner Ansicht nach hierfür.

Erst nachdem man für die beiden Ganglienarten histologisch charakteristische Charaktere gefunden hatte, war jedoch eine Entscheidung möglich. Durch eingehende Forschungen wurde indessen festgestellt, dass der Typus der Nervenzellen der Cerebrospinalganglien von demjenigen der sympathischen Nervenzellen bei den Säugethieren und beim Menschen constant verschieden ist. Jene Zellen erwiesen sich als *unipolar,* mit sich dichotomisch theilendem Axelcylinderfortsatz — nur die Nervenzellen des Ganglion acustici zeigten noch den älteren bipolaren Typus —; die sympathischen Nervenzellen der fraglichen Thiere dagegen waren durch ihre multipolare Beschaffenheit charakterisirt.

Da ich mich an diesen Forschungen vielfach betheiligt[2] und mich von der Richtigkeit dieses histologischen Prinzipes überzeugt hatte, nahm ich in Zusammenhang damit (1879) eine Revision sämmtlicher Kopfganglien vor, um auf Grund der neuen Erfahrungen zu eruiren, zu welcher morphologischen Gruppe jedes Ganglion gehört. Meine Ergebnisse wurden in den Jahren 1879 und 1880 unter Beigabe zahlreicher Abbildungen veröffentlicht.[3] Die von mir angewandten Methoden waren vor allem Behandlung mit Ueberosmiumsäure und Karmin sowie mit schwachen Lösungen von Kali-Bichromat und nachfolgendem Isoliren der Nervenzellen durch vorsichtige Zerzupfung unter der Loupe.

[1] G. Schwalbe, Das Ganglion oculomotorii. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft Bd 13, N. F., 6.

[2] Axel Key und Gustaf Retzius, Studien in der Anatomie des Nervensystems und des Bindegewebes. Bd II, 1, 1876. — Gustaf Retzius, Undersökning öfver cerebrospinalgangliernas nervceller med särskild hänsyn till dessas utlöpare. Nord. Med. Arkiv Bd 9, N:o 1 etc.

[3] Gustaf Retzius, Untersuchungen über die Nervenzellen der cerebrospinalen Ganglien und der übrigen peripherischen Kopfganglien. Archiv f. Anatomie und Physiologie, 1880. Anat. Abth.

Auf diese Weise gelang es mir, mit voller Sicherheit zu dem Ergebniss zu kommen, dass von den fraglichen peripherischen Ganglien des Kopfes folgende zu dem ***cerebro-spinalen*** System gehören:

Ganglion jugulare und
G. cervicale n. vagi,
G. petrosum n. glossopharyngei,
G. geniculi n. facialis,
G. seminulare n. trigemini,

welche alle *unipolare* Nervenzellen besitzen, deren Fortsatz sich früher oder später »T»-förmig theilt.

Zu demselben System führte ich auch mit Sicherheit das *Ganglion n. acustici* hin, obwohl es bei den Säugethieren und beim Menschen noch den oppositipol-bipolaren Typus der Nervenzellen beibehalten hat.

Zu dem ***sympathischen*** System führte ich mit aller Bestimmtheit folgende Ganglien hin:

Ganglion oticum,
G. sphenopalatinum,
G. submaxillare,

welche sämtlich nur sog. *multipolare* Nervenzellen besitzen, und zwar von echt sympathischem Typus.

Was das *Ganglion ciliare* betrifft, so war ich durch eingehende Untersuchungen zu ganz demselben Ergebnisse gelangt. Ich fand in diesem Ganglion durch und durch nur »multipolare» Nervenzellen von echt sympathischem Typus, und ich konnte deshalb das Ciliarganglion nur zum sympathischen System rechnen. Das Einzige, was mich zweifelhaft machen konnte, war das widersprechende Ergebniss der schönen vergleichend-anatomischen Untersuchungen Schwalbe's, durch welche das Ciliarganglion als cerebrospinal angesprochen worden war. Infolgedessen setzte ich meine Untersuchungen fort, um zu eruiren, ob das Ganglion ciliare vielleicht *gemischter* Natur sein könnte. Die neuen Studien »ergaben aber keine Beweise hierfür, sondern bestätigten nur meine früheren Befunde».

In der Golgi'schen Behandlungsweise hatte man nachher aber eine Methode bekommen, mittelst deren die Nervenzellen mit ihren Fortsätzen in situ, ohne Isolirung, studirt werden konnten. In einer in »La Cellule», T. 8, 1892 veröffentlichten Abhandlung theilte Van Gehuchten mit, dass er mit dieser Methode eine erneute Untersuchung der peripheren Kopfganglien vorgenommen hatte. In Betreff des *Ganglion n. trigimini, G. n. glossopharyngei, G. n. vagi* und *G. n. acustici* konnte er meine Resultate bestätigen. Er scheint sich jedoch auf die Untersuchung dieser Ganglien beschränkt zu haben. Und in seiner neuen zusammenfassenden Arbeit »Le système nerveux de l'homme» 1893 äussert er in betreff des. *G. oticum,* dass man nicht wisse, ob es zum cerebrospinalen, oder zum sympathischen System gehöre. Was das *G. sphenopalatinum* betrifft, so sagt er, dass man es zwar gewöhnlich zum sympathischen System rechnet, »on ignore cependant la forme des cellules nerveuses qui le constituent. Peut-être n'est-il qu'un petit ganglion cérébro-spinal» etc. Von dem *Ganglion ciliare* sagt er: »Ce qui nous paraît le plus probable, c'est que le ganglion ciliaire n'appartient pas au système nerveux sympathique, mais représente un ganglion spinal». Seine mit der Golgi'schen Methode gemachten Versuche, das Problem zu lösen, waren gescheitert; das negative Resultat schien ihm aber gegen die sympathische und für die cerebrospinale Natur des Ganglions zu sprechen.

Nachdem dann M. v. Lenhossék in seiner Arbeit »Beiträge zur Histologie des Nervensystems und der Sinnesorgane» (1894) meine Angaben über das *Ganglion geniculi facialis* und *Ganglion sphenopalatinum* mit der Golgischen Methode entschieden bestätigt und also in Betreff des letzteren die Vermuthung von Van Gehuchten widerlegt hatte, war eigentlich nur die endgültige Bestätigung, vermittelst der Golgi'schen Methode, von der Natur des *Ganglion ciliare* übrig. Denn betreffs des *G. oticum* und des *G. submaxillare* ist meiner Ansicht nach eine solche Bestätigung ohne Belang, indem die Nervenzellen dieser Ganglien sich durch verschiedene andere Methoden unzweifelhaft als echt sympathisch erwiesen haben.

Für mich war zwar die Natur des *Ganglion ciliare* gar nicht zweifelhaft. Eine erneute Untersuchung meiner schon 15 Jahre alten Präparate ergab in demselben nur das Vorhandensein von multipolaren Nervenzellen mit sich wiederholt teilenden Fortsätzen. Da aber Van Gehuchten noch einmal die cerebrospinale Natur des Ganglions in den Vordergrund stellte, entschloss ich mich, eine neue Untersuchung mittelst der Golgi'schen Methode auszuführen. Nach mehreren negativen Versuchen gelang es mir, bei noch nicht ganz ausgetragenem

Katzenfoetus eine Reihe ganz beweisender Präparate zu bekommen. Da das Ganglion bei diesem Foetus von sehr geringem Umfange ist, erwies es sich am besten, dasselbe in situ neben dem Opticus und mit den umgebenden Muskeln zu färben und dann Serienschnitte zu machen, und zwar vertikal gegen die Längsachse des Opticus. In dieser Weise bekam ich in den Präparaten Schnitte des Ciliarganglions in seiner Lage neben den Querschnitten des Opticus. In den letzteren sah ich nun die bekannten Typen der Neurogliazellen, in dem Ciliarganglion dagegen die Nervenzellen in schön gefärbtem Zustande. Ueberall zeigten sich in den Schnitten des Ganglions nur *multipolare* Nervenzellen von echt sympathischem Typus. Ein jeder Forscher, welcher sympathische Ganglien mit der Golgi'schen Methode untersucht hat, würde in den fraglichen Zellen wahre sympathische Zellen erkennen. Zwar liess sich der Achsencylinderfortsatz nicht immer, und dann auch nur mehr oder weniger bestimmt nachweisen; dies ist indessen auch in den sicher erkennbaren sympathischen Ganglien oft recht schwierig. Die Dendriten sind aber um so mehr charakteristisch und stellen die Natur des Ganglions fest. Zellen von cerebrospinalem Typus waren in den Präparaten nie sichtbar, eine gemischte Beschaffenheit des Ciliarganglions war also, wie bei meinen Untersuchungen in den Jahren 1879 und 1880, so gut wie sicher auszuschliessen.

Durch diese Befunde war also meiner Ansicht nach die Frage von der Natur des Ciliarganglions endgültig entschieden und eine Bestätigung meiner vor 15 Jahren gemachten Angaben vermittelst der Golgi'schen Methode gegeben.

Ich hielt über die Ergebnisse in der Sitzung der hiesigen Gesellschaft der Aerzte im April dieses Jahres einen Vortrag[1] und sandte bald nachher an die Redaktion des Anatomischen Anzeigers eine Mittheilung darüber, welche in N:o 21 dieser Zeitschrift (17. Juli d. J.) erschienen ist.

Nun habe ich neulich erfahren, dass auch Michel, ohne von meinen neuen Befunden etwas zu wissen, mittelst der Golgi'schen Methode sympathische Nervenzellen im Ganglion ciliare gefunden und seine Ergebnisse dem ophthalmologischen Congresse in Edinburgh (im Aug. d. J.) mitgetheilt hat. Zwar habe ich davon nur eine ganz kurze Notiz gesehen; daraus geht aber unzweideutig hervor, dass wir zu übereinstimmenden Resultaten gekommen sind, was immer sehr erfreulich ist.

Seit meiner Mittheilung im Anat. Anzeiger, welcher gleich nach dem erwähnten Vortrag im Frühjahr (April d. J.) niedergeschrieben und abgesandt wurde, habe ich hin und wieder die Untersuchungen über das Ciliarganglion fortgesetzt. Es ist mir dabei gelungen, die Nervenzellen desselben nicht nur bei Foetus, sondern auch bei neugeborenen Thieren, bei mehrere Tage alten und sogar bei zwei-wöchentlichen Katzen zu färben. Immer erhielt ich dieselben Resultate, und in dieser Weise habe ich eine grosse Menge von überzeugenden Präparaten bekommen. Auf der Taf. XX theile ich hier unten eine Reihe von Abbildungen mit. In der Fig. 1 ist eine Gruppe Nervenzellen aus dem Ganglion eines nicht ganz ausgetragenen Katzenfoetus wiedergegeben. Fig. 2—6 stellen Partien aus den Ganglien 5 Tage alter Kätzchen dar, und in Fig. 7 ist eine Rindenpartie des Ganglions eines 14 Tage alten Kätzchen dargestellt. In allen hier abgebildeten Nervenzellen erkennt man den multipolaren, sympathischen Typus; zwar sind bei allen Zellen die Dendritenfortsätze am deutlichsten zu erkennen; zuweilen sieht man sogar ihre Aeste andere Nervenzellenkörper umspinnen (Fig. 7). Hier und da bemerkt man aber neben den Dendriten noch einen Fortsatz, welcher die Charaktere eines Axencylinderfortsatzes zeigt (*a* in den Fig. 1, 2, 3, 5, 6, 7). Der betreffende Fortsatz liess sich in dem in der Fig. 3 abgebildeten Präparat zu dem vorbeiziehenden Nervenfaserbündel verfolgen, sonst gelang es mir nur ausnahmsweise, seinen Verlauf auf längere Strecken zu erkennen.

Hin und wieder versuchte ich, die Nervenzellen der Ciliarganglien auch beim menschlichen Foetus und beim neugeborenem Kinde zu färben, bisjetzt aber ohne Erfolg. Ich habe aber schon in den Jahren 1879—80 in Präparaten, die mit schwacher Müller'scher Lösung behandelt waren, den multipolaren Typus der Zellen auch beim Menschen sicher constatiren können.

Indessen ist durch den sicheren Nachweis der sympathischen Natur des Ciliarganglions die Kenntniss von diesem Ganglion jedenfalls noch nicht vollständig. Wir kennen den weiteren Verlauf der Axencylinderfortsätze

[1] Gustaf Retzius, Om Ganglion ciliare. Svenska läkaresällskapets förhandlingar för sammanträdet den 24 April 1894. Hygiea f. 1894.

[2] Gustaf Retzius, Ueber das Ganglion ciliare. Anatom. Anzeiger Bd 9, N:o 21, Juli 1894.

[3] mir nur durch eine kurze Notiz in einer engl. Zeitschrift bekannt.

der multipolaren Nervenzellen noch nicht, und wir wissen auch nicht, in welchem Umfange die von anderen Nervencentren in das Ganglion eintretenden Nervenfasern in ihm endigen, resp. Collateralen abgeben, welche in ihm Endgeflechte bilden. In dieser Hinsicht sind meine Golgi'schen Präparate noch immer nicht hinreichend erläuternd. Bei meinen oben erwähnten früheren Untersuchungen des Ganglions sah ich und beschrieb u. A. feine, sich theilende Myelinfasern, welche die Nervenzellen umspinnen. Diese Befunde weisen auf Fasern hin, die wahrscheinlich zu der erwähnten Kategorie gehören.

4.

Die embryonale Entwicklung der Rückenmarkselemente bei den Ophidiern.

Taf. XXI und XXII.

Da sich mir im letzten Sommer die Gelegenheit darbot, Eier von Tropidonotus natrix in verschiedenen Stadien der Entwicklung in hinreichender Menge zu bekommen, entschloss ich mich, an ihnen u. A. die Entwicklung der Rückenmarkselemente zu studiren.

Für die neuen Lehren von den Einrichtungen des Nervensystems und namentlich des Rückenmarks ist es natürlicherweise wichtig, die Untersuchungen bei verschiedenen Repräsentanten der Wirbelthierklassen auszuführen, um die Allgemeingültigkeit der Prinzipien des Baues zu eruiren. In der That sind auch von verschiedenen Forschern nach diesem Grundsatze eine Reihe Untersuchungen angestellt worden. Nachdem zuerst Golgi (1880) bald nach seiner Erfindung der in der Nervenhistologie epochemachenden Färbungsmethode v. A. am Rückenmark der *Hühner*embryonen manche neue und bedeutungsvolle Thatsache entdeckt und His (1889) an *Menschen*embryonen die erste Entwicklung der constituirenden Elemente, die Neuroblasten und Spongioblasten, dargelegt hatte, trat Ramón y Cajal (vom Jahre 1889 an), auf Erfahrungen mit der Golgi'schen Methode gestützt, mit einer Reihe von wichtigen Entdeckungen hervor, welche hauptsächlich an *Hühner*embryonen gemacht waren und wodurch theils die Befunde der genannten Forscher bestätigt, theils auch bedeutend erweitert wurden. Ihm schloss sich bald danach M. von Lenhossék (1890) an, welcher unabhängig von Cajal zu sehr ähnlichen Resultaten gekommen war, und zwar auch an *Vogel*embryonen. Hierauf folgten bald (1890) neue wichtige Untersuchungen von Cajal selbst, von von Kölliker und Van Gehuchten, welche hauptsächlich an *Säugethier*embryonen angestellt waren; ferner Mittheilungen über das Rückenmark der *Batrachierlarven* von P. Ramón (1890), Claudio Sala (1892) und Sclavunos (1892), über dasjenige der *Reptilien* (Eidechsenembryonen) von Ramón y Cajal (1891), über das der *Selachier*embryonen von von Lenhossék (1892) und der *Teleostier* und *Vogel*embryonen von *mir* (1893).

Es ist also für die betreffenden neuen Anschauungen eine recht umfassende Grundlage gewonnen, und in der That stimmen die erhaltenen Befunde im Ganzen in erfreulicher Weise mit einander überein. Zwar giebt es auch Forscher, die gegen die neuen Lehren aufgetreten sind, und es finden sich auch Divergenzen in einzelnen Punkten unter Denen, welche sich den allgemeinen Prinzipien angeschlossen haben. In Folge dessen kann die fragliche Forschung jedenfalls noch nicht als abgeschlossen betrachtet werden; neue Beiträge sind noch immer wünschenswerth, v. A. aus neuen Gebieten des Wirbelthierreichs.

Was nun die *Reptilien* anlangt, so haben wir, wie eben erwähnt wurde, die interessanten Ergebnisse der Untersuchungen Ramón y Cajal's an Saurierembryonen; aus dieser Klasse wären v. A. noch die Ophidier, die Chelonier und die Crocodilier zu untersuchen. Deshalb ergriff ich, wie oben erwähnt wurde, gerne die sich darbietende Gelegenheit, die Ophidiereier in der betreffenden Hinsicht zu studiren.

Bei den Eidechsen *(Lacerta)* hatte CAJAL[1] das Rückenmark sowohl von Embryonen, wie von jungen Thieren untersucht. Die Resultate stimmen, sagt er, mit den an Hühner- und Säugethierembryonen gewonnenen vollständig überein. Die Nervenfasern der weissen Substanz senden in die graue eine grosse Anzahl von Collateralen, welche mit varikösen Verästelungen frei endigen; gekreuzte Collateralen der Vorderseitenstränge und der Hinterstränge betheiligen sich an der Bildung der vorderen, resp. der hinteren Portion der grauen Commissur. Die Zellen der Stränge und der vorderen Commissur zeigen alle bekannten Varianten in der Bildung des Axencylinderfortsatzes. In dem Hinterhorn und der Substantia Rolandoi sind, wie bei Säugethieren und Vögeln, Zellen mit kurzem, sich bald verästelndem Axencylinderfortsatz vorhanden. Die Verzweigung der Axencylinderfortsätze in einen auf- und absteigenden Ast ist häufig zu finden, und es kommt sogar eine Theilung in drei Aeste vor. Die hinteren Wurzelfasern theilen sich in einen auf- und absteigenden Ast, welche beide Collateralen aussenden. Das Ependym besteht bei den Embryonen aus langen, radiären, sich oft verzweigenden Zellen, welche vom Centralkanal bis an die Oberfläche reichen, wo sie konisch endigen. Bei ausgeschlüpften, 8—10 Tage alten Eidechsen entdeckte dann CAJAL eine *Commissura protoplasmatica anterior,* welche von zahlreichen Dendritenfortsätzen der vorderen Wurzelzellen gebildet wird, ferner eine *Commisura protoplasmatica posterior,* die aus inneren Fortsätzen der dort belegenen dreieckigen, spindel- und sternförmigen Nervenzellen besteht, und endlich die *Coni protoplasmatici,* welche aus Dendritenfortsätzen vorderer Wurzelzellen, aber auch der Commissurzellen und Strangzellen zusammengesetzt sind. Diese zwischen den Fascikeln der weissen Substanz nach aussen hin strahlenden Dendritenbündel biegen sich dann an der Oberfläche des Markes um und bilden dort unter der Pia mater einen *Plexus protoplasmaticus perimedullaris.* — In 15—20 Tage alten Eidechsen sind ausser den langen, an dem äusseren Ende verzweigten Ependymzellen auch echte Neurogliazellen (Deiters'sche oder Spinnenzellen) vorhanden.

Meine hier vorliegenden Untersuchungen an *Embryonen von Tropidonotus natrix* stimmen in ihren Ergebnissen betreffs des embryonalen Stadiums mit denen von CAJAL überein und sind im Ganzen dazu geeignet, unsere, durch die Untersuchungen der oben angeführten Forscher gewonnenen neuen Anschauungen zu bestätigen. Eine ausführliche Beschreibung der Verhältnisse ist deshalb nicht nöthig, und ich kann, unter Hinweis auf die beigegebenen Figuren (Taf. XXI und XXII) dieselbe ganz kurz fassen. Mir standen Embryonen von 40 Mm. Länge und darüber zur Verfügung. Das Stadium von 40 Mm. schien beinahe demjenigen von $3^1/_2$ bis $4^1/_2$ Tagen der Bebrütung der Hühnerembryonen zu entsprechen. Nach dem von CAJAL zuerst bei den Vögeln nachgewiesenen Gesetze entwickeln sich auch bei den Ophidiern die verschiedenen Arten von Nervenzellen des Rückenmarks nicht gleichzeitig; die ventral belegenen gehen den dorsal belegenen in der Entwicklung voran, also kommen zuerst die motorischen Zellen, dann die Strangzellen und die Commissurenzellen in der Richtung ventro-dorsalwärts (Das *Gesetz der ventro-dorsalen Entwicklung*). Wie ich aber beim Hühnchen besonders betont habe, trifft man hier und da neben höher entwickelten Zellen andere derselben Art, welche in ihrer Entwicklung auf einer niedrigeren Stufe stehen geblieben sind. Schliesslich ist auch das von mir schon früher im Rückenmark von Säugethier-, Vogel- und Teleostierembryonen nachgewiesene *Gesetz der Entwicklung von vorn nach hinten* auch bei den Ophidiern gültig; und zwar in einer auf Grund der relativen Länge des Rückenmarks auffälliger Weise. Die Elemente in der Halsregion und der proximalen Dorsalregion stehen betreffs der Entwicklungsstufe der distalen Dorsal- und v. A. der Schwanzregion voran. Deshalb kann man bei einem und demselben Individuum in den verschiedenen Regionen verschiedene Stadien der Entwicklung studiren. Namentlich zeigen die Elemente der Schwanzregion länger eine niedere Entwicklungsstufe als die nach vorn davon belegenen Partien und bleiben lange auf niederen Stadien stehen (Das *Gesetz der proximo-distalen Entwicklung der Rückenmarkselemente*).

Was nun die *motorischen Zellen der Vorderwurzeln* anbetrifft, so habe ich in der Fig. 1 der Taf. XXI einige Zellen in frühen, aber etwas verschiedenen Stadien der Entwicklung von 40 Mm. langen Embryonen zusammengestellt; die mit *m* bezeichneten Elemente bieten Beispiele von Stadien dar, wo der Zellkörper noch keine, oder nur wenige Dendriten besitzt, bis auf solche, wo er schon eine charakteristische Ausbildung zeigt, und wo der Axencylinderfortsatz entweder nur bis an die Oberfläche reicht, oder dieselbe wenig oder auch schon eine Strecke überschritten hat; ob die mit *sm* bezeichnete Zelle einer motorischen oder einer Strangfaser entspricht, liess sich nicht entscheiden, da das peripherische Ende des Axencylinderfortsatzes der noch »birnenförmigen» Zelle eine Lage hat,

[1] S. RAMÓN Y CAJAL, Estructura de la Médula espinal de los reptiles. Pequeñas contribuciones al conocimento del sistema nervioso. Trabajos del laborat. histol. de la facultad de medicina de Barcelona, 1891.

welche die Annahme beider Eventualitäten zulässt, und die Lage des Zellenkörpers selbst so weit nach innen hin in diesem frühen Stadium die motorische Bedeutung der Zelle nicht ausschliesst. In der Fig. 2 der Taf. XXI sind motorische Zellen in einem etwas höheren Entwicklungsstadium vorhanden; dies ist in der Fig. 3 derselben Tafel noch mehr der Fall. Die Zellenkörper haben sich in auffallender Weise, der Oberfläche parallel, »concentrisch», verlängert, und zwar an der Grenze zwischen der grauen und der weissen Substanz. In den Fig. 1 und 2 der Taf. XXII sind motorische Zellen in noch weiterer Ausbildung abgebildet. Von dem langen, concentrisch zur Oberfläche ausgezogenen Zellenkörper gehen nunmehr zahlreiche dendritische Seitenäste ab, welche mehr oder weniger senkrecht nach der Oberfläche hin ziehen und offenbar den von CAJAL bei Saurierembryonen beschriebenen »Coni protoplasmatici» entsprechen; bei den Ophidierembryonen haben aber diese Dendritenfortsätze die Oberfläche noch nicht erreicht und dort ein Oberflächennetz gebildet.

Zellen, welche ihren Axencylinderfortsatz von den Vorderhörnern aus in die hinteren Wurzeln schicken, wie sie von VON LENHOSSÉK und CAJAL beschrieben und ausserdem von VAN GEHUCHTEN und *mir* bestätigt worden sind, habe ich bei Ophidierembryonen noch nicht gesehen, obwohl ich ihr Vorkommen bei ihnen als sehr wahrscheinlich betrachte, da sie gerade bei den den Reptilien so nahe verwandten Vögeln in prägnanter Ausbildung auftreten.

Die Zellen, welche sich in den Tropidonotusembryonen am reichlichsten und schönsten färben liessen, waren die *Commissurenzellen.* Ich erhielt in den Präparaten in der That oft eine so massenhafte Färbung dieser Zellen, dass es fast unmöglich war, die Fortsätze der einzelnen Zellen zu verfolgen; oft waren aber nur vereinzelte Zellen oder Gruppen von Zellen gefärbt, die sich in ihrem ganzen Verlauf demonstrirbar zeigten. In den Fig. 1, 2 und 3 der Taf. XXI sind zahlreiche Commissurenzellen (*c*) in frühen Entwicklungsstadien dargestellt; in Fig. 1 und 2 der Taf. XXII sind etwas spätere Stadien dieser Zellen wiedergegeben (*c*). Aus diesen Figuren (ebenso aus früheren Figuren von den entsprechenden Elementen bei Vogelembryonen) geht hervor, dass die Commissurenzellen und ihre Axencylinderfortsätze von Anfang an bestimmte *Strassen* im Rückenmark inne halten. Die Zellenkörper befinden sich grösstentheils im hinteren Umfang des Markes, viele sogar sehr weit hinten, in der Nähe der Oberfläche. Von hier aus geht nun die Strasse etwa in der Mitte zwischen dem spaltenförmigen Centralkanal und dem äusseren Umfange des Rückenmarks nach vorn hin zum vorderen Umfang; dort biegt sie sich medialwärts um und tritt in die vordere Commissur hinein, d. h. durch den vorderen Ependymkeil (Ependymseptum), den sie quer durchzieht, um hier mit der entsprechenden Strasse der anderen Hälfte zusammenzustossen. In dieser Weise kommt die Commissurenzellen-Strasse zwischen dem Ependymkörpersaum und der Zone der motorischen Zellen, resp. den weissen Strängen zu liegen. Die Körper der Commissurenzellen liegen aber nicht nur weit nach hinten, sondern sie kommen auch theilweise weiter nach vorn vor, entweder in der Strasse selbst, oder auch neben ihr belegen. Eine bedeutende Gruppe dieser Zellen befindet sich in der kleinen Zone zwischen dem hinteren und dem lateralen Strang, dicht unter der Oberfläche. Andere Zellenkörper liegen in dem Ependymkörpersaum, zwischen die Elemente derselben eingesenkt, sogar in der Nähe des vorderen Umfangs (Fig. 2 der Taf. XXI).

Was nun die frühe Form und Entwicklung der Körper der Commissurenzellen betrifft, so entsprechen sie so vollkommen den von mir und Anderen bei den Vögeln beschriebenen Verhältnissen, dass hier keine eingehende Beschreibung derselben nöthig ist. Wie bei den Vögeln, sah ich auch hier fast überall die Birnenform als Anfangsstadium, die bipolare Form dagegen nur als Ausnahme davon. In den ersten Stadien sind die Zellenkörper von sehr geringem Umfang, d. h. der Protoplasmamantel um den Kern ist dünn; er zieht sich aber nach einer Richtung aus und setzt sich in eine lange Faser fort, den Axencylinderfortsatz, den man bei den verschiedenen Zellen in verschiedenen Stadien der Entwicklung antrifft; bei einigen läuft er nur eine kurze Strecke auf der Strasse hin, bei anderen eine längere, und bei manchen kann man ihn bis in die vordere Commissur verfolgen; fast immer erkennt man an seinem Ende die Wachsthumskeule CAJAL's, obwohl sehr verschieden gestaltet, oft sogar mit reichlicher feiner Verästelung versehen (Fig. 1, 2, 3 der Taf. XXI); in noch anderen Fällen ist der Axencylinderfortsatz schon bis in die andere Hälfte des Markes hineingedrungen und bis in die Vorder-Seitenstränge hinein zu verfolgen (Fig. 1, 2, 3 der Taf. XXI), wo er sich in der zuerst von CAJAL bei Vögeln beschriebenen Weise verhält, indem er, ungetheilt oder dichotomisch verzweigt, umbiegt und sich longitudinal fortsetzt. Bisweilen schickt er einen Ast zum Vorderstrang und zieht dann nach hinten hin weiter.

Die Gestalt des Körpers der Commissurenzellen verändert sich auch allmählig. Derselbe vergrössert sich und sendet vom anderen Ende Dendriten verschiedener Form aus, und zwar oft zuerst nur einen einzigen Fortsatz,

der sich bald weiter verzweigt; dann gehen auch von der langen, in den Axencylinderfortsatz auslaufenden Körperpartie Seitenzweige aus, welche ebenfalls Dendriten entsprechen. Die Dendritenfortsätze ziehen nach verschiedenen Richtungen hin, sogar auf sehr weite Strecken. Einzelne Zellen, welche im hinteren Umfang in der Nähe der Mittellinie, resp. der Kanalspalte, liegen, entwickeln sich zu mächtigen Zellenkörpern, zu einer Art »Riesenzellen», deren lange, weit ausgebreitete Dendriten grosse Partien des Rückenmarksquerschnittes durchspinnen und nicht nur in einer Hälfte derselben bleiben, sondern auch oft weit in die andere hinüberlaufen (Fig. 1 der Taf. XXI, Fig. 1, 2, 3 der Taf. XXII). Manche der nach innen ziehenden Dendriten dringen durch die Ependymzellenkörper-Zone zuerst nur bis an die Centralkanalspalte vor (Fig. 2, 3 der Taf. XXI), wahrscheinlich um dieselbe später zu überschreiten und in die entgegengesetzte Hälfte des Markes einzudringen. Oft sieht man aber auch, dass dies schon geschehen ist, indem die Fortsätze querüber verlaufen.

Was sodann die *Strangzellen* betrifft, so habe ich sie viel seltener als die Commissurenzellen gefärbt gefunden In den Fig. 1, 2, 3 der Taf. XXI und den Fig. 1, 2 der Taf. XXII sind einige solche Zellen abgebildet. Nach Allem, was ich gesehen habe, verhalten sie sich auch bei den Ophidiern wie bei anderen Wirbelthieren. Die Axencylinderfortsätze laufen in die Stränge derselben Hälfte des Rückenmarks hinein und biegen sich um.

Dies ist auch mit den *Nervenzellen der Spinalganglien* der Fall. Dieselben sind noch beim 100 Mm. langen Embryo oppositipol-bipolar und schicken den einen, sehr oft feineren, Fortsatz durch die dorsale Wurzel in das Rückenmark hinein, wo derselbe sich dichotomisch theilt, um proximal- und distalwärts je einen Ast auszusenden und von diesen aus die bekannten Collateralen abzugeben. In der Fig. 1 der Taf. XXII lässt sich dieses Verhalten an dem Querschnitte gut erkennen; die Einstrahlungszone der Wurzelfasern ist sogar sehr breit, und man kann dieselben in zwei Gruppen, in eine mehr dorsal und eine mehr ventral belegene eintheilen; ob diese beiden Gruppen verschiedenen Gruppen von Zellen in den Spinalganglien entsprechen, liess sich nicht sicher entscheiden. In den Ganglien sah ich aber eine mehr oder weniger deutliche Sonderung der Zellen in eine mehr ventral- und eine mehr dorsalwärts belegene Partie, so dass es zuweilen (Fig. 1, der Taf. XXII) den Anschein hatte, als ob das Ganglion aus zwei distinkten Ganglien zusammengesetzt wäre, von denen das *ventrale* (*vs*), zusammen mit einem Bündel von motorischen Fasern, einen ventralwärts ziehenden, und das *dorsale* (*ds*), zusammen mit einem motorischen Bündel, einen dorsalwärts umbiegenden Nervenzweig aussendete. Von den vielen Präparaten, in welchen die Zellen der Spinalganglien schön gefärbt vorlagen, habe ich in Fig. 1, der Taf. XXI eine Stelle abgebildet, welche mir besonders interessant zu sein schien, indem nämlich der peripherische Fortsatz hier in seinem ganzen Verlaufe verfolgbar war; er war noch nicht weit nach der Peripherie hin gelangt; man findet bei *sk* sein peripherisches Ende in der Gestalt einer grossen Wachsthumskeule, aber mit mehrfachen Verästelungen versehen; es ist in der That merkwürdig, dass eine so stark verästelte Faser durch die Gewebe hindurchdringen kann; vielleicht sind jedoch die Aeste einziehbar, so dass die Protoplasmakeule Gestaltsveränderungen erfährt.

An superficiellen Längsschnitten, »schiefen Sagitalschnitten», des Rückenmarkes gelang es mir dann, das Verhalten des centralen Fortsatzes der Spinalganglienzellen zur vollen Ansicht zu bekommen. Fig. 4 der Taf. XXI bietet ein solches Präparat dar; hier sieht man die bekannte Zweitheilung, nämlich den Verlauf der beiden Theiläste und den Abgang der Collateralen; ausserdem sieht man auch von einer Faser rechts vor der Zweitheilung eine kleine Collaterale abgehen.

In Betreff der Spinalganglien sei noch zu erwähnen, dass ich in dem peripherischen Theile derselben mehrmals grosse multipolare Zellen antraf, die nichts anders sein konnten, als eine Art Ganglienzellen. Leider fand ich auf den Tafeln keinen Platz für meine Abbildungen von ihnen. Wie ich diese mit mehreren starken Fortsätzen versehenen Zellen sonst deuten soll, weiss ich nicht. Möglicherweise können sie zum sympathischen System gehören. Von besonderen sympathischen Ganglien sah ich in den Golgi'schen Präparaten keine Spur, was mir auffallend erschien, da beim Hühnchen solche Ganglien durch die Färbung ihrer Nervenzellen oft so schön hervortreten.

Was endlich die *Ependymzellen* des Rückenmarks betrifft, so ähneln dieselben sehr denjenigen der Vögel und Säugethiere, dies vor Allem in ihren früheren Entwicklungsstadien. In der Fig. 4 der Taf. XXII habe ich einen Querschnitt des Schwanztheils eines 80 Mm. langen Exemplares wiedergegeben, in welchem man die verschiedene Gestalt und Anordnung des Ependyms sieht. Vorn, im vorderen Ependymkeil, sind die Zellen ganz kurz; dies ist auch in den mehr proximalen Theilen des Markes der Fall (Fig. 2 der Taf. XXII); zu beiden Seiten davon sind die

Ependymzellen länger und hier und da verzweigt; die meisten sind jedoch ungetheilt und tragen nur viele kurze Stacheln oder Zacken, wodurch sie etwas moosig erscheinen. Nach hinten ordnen sich die Ependymzellen so, dass ein langes inneres Ende nach vorn (ventralwärts) gerichtet und der kernführende Zellenkörper mehr oder weniger sagittal gestellt ist, worauf sie den äusseren Fortsatz schief nach aussen hin umbiegen. Die äusseren Enden aller Ependymzellen tragen an der Oberfläche des Markes die bekannte, verschieden grosse, konische, zuweilen umgebogene Anschwellung. In späteren Stadien wachsen und vermehren sich die Seitenäste (Fig. 5 der Taf. XXII).

Der Vergleiches wegen habe ich noch eine Partie eines Frontalschnittes vom Grosshirn hinzugefügt (Fig. 5 der Taf. XXI), wo man die Anordnung der Ependymzellen dieses Organs sieht.

Da ich meine Untersuchungen nur bei Embryonen und nicht bei ausgeschlüpften Jungen angestellt habe, so kann ich nicht über die Verhältnisse bei den letzteren berichten. Die hier gelieferte Darstellung lehnt sich aber an meine im vorigen Bande gegebenen Beschreibung vom Bau des embryonalen Rückenmarks des Hühnchens an und stimmt übrigens auch, wie oben betont wurde, mit den Angaben Cajal's über die Entwicklung des Rückenmarks der Eidechsenembryonen gut überein.

In Betreff meiner Stellung zu den prinzipiellen Fragen kann ich auf meine eben erwähnte Mittheilung im vorigen Bande hinweisen.

5.

Die Endigungsweise des Gehörnerven bei den Reptilien.

(Taf. XXIII, Fig. 1—7.)

Im Anschluss an meine älteren Arbeiten über das Gehörorgan habe ich bekanntlich im 3. Bande dieser Publikation im Jahre 1892 mittelst der Golgi'schen Methode bestimmt nachgewiesen, dass die peripherischen Enden der Acusticusfasern im Hörepithel zwischen den Haarzellen verästelt und *frei* endigen. Diese Thatsache wurde bei *Vögeln* (Hühnchen) und *Säugethieren* (Mäusen, Katzen) gewonnen. Van Gehuchten, welcher unabhängig von mir dasselbe Verhalten dieser Fasern gefunden hatte, scheint besonders *Säugethiere* (Mäuse und Meerschweinchen) untersucht zu haben. Cajal und von Lenhossék, welche zu denselben Ergebnissen gelangten, wandten auch Mäuse an.

Da es in solchen principiell wichtigen Fragen stets von Interesse ist, die Anschauungen auf breiter Basis aufzubauen und die verschiedenen Thierklassen in den Kreis der Untersuchungen hineinzuziehen, so suchte ich im vorigen Jahre die Verhältnisse auch bei den *Fischen* zu eruiren. Dies gelang mir bei Embryonen von *Salmo* (s. meine Biol. Unters., N. F., Bd V, 1893, S. 38, Taf. XVII, Fig. 2 u. 3).

Bei *Amphibien* (Larven von Triton und Rana) ist es mir trotz mehrfacher Versuche bis jetzt nicht gelungen, befriedigende Bilder zu bekommen.

Dagegen gelang mir dies im letzten Sommer bei den *Reptilien* in um so prägnanterer Weise. Bei Embryonen von *Tropidonotus natrix* erhielt ich eine Reihe wunderschöner Präparate, von denen ich auf der Tafel XXIII eine Anzahl wiedergegeben habe (Fig. 1—7).

In den Fig. 1—5 sind Vertikalschnitte der *Maculæ*, in Fig. 6 und 7 solche von *Cristæ* dargestellt. In der Fig. 6 ist ein junges Stadium einer Ampulle mit der Crista, welche schief getroffen wurde, abgebildet und in Fig. 7 eine Crista in späterer Entwicklung wiedergegeben.

In allen diesen Bildern erkennt man das von mir früher geschilderte Verhalten. In der Fig. 6 sind die Nervenfasern zwar noch auf ihrem Wege nach den Endigungsstellen begriffen, d. h. an ihren definitiven Endstationen zwischen den Haarzellen noch nicht angelangt; ihre Endverästelung ist noch nicht fertig; dieses Stadium der Entwicklung ist indessen gerade deshalb von Interesse, weil es zeigt, dass die Nervenfasern von centraler Seite nach der Peripherie hin wachsen und nicht von Anfang an von den Haarzellen entspringen oder mit ihnen zusammenhängen. In der Fig. 7 liegt sodann ein Stadium vor, wo die Nervenfasern (*n*) weit in das Epithel der Crista der Ampulle vorgedrungen und offenbar mehr oder weniger an ihren Endstationen angelangt sind. Man sieht sie hier, wie ich in meinen vorigen Mittheilungen nachgewiesen habe, sich in verschiedener Tiefe dichotomisch theilen, und zwar mitunter wie Cajal es darstellt, schon vor ihrem Austritt in das Epithel, in anderen Fällen aber erst in demselben, zuweilen sogar dicht unter den unteren Enden der Haarzellen. Die knotig-varikösen Nervenfasern theilen sich ein oder mehrere mal dichotomisch; die Aeste biegen sich etwas nach den Seiten hin um und laufen dann unter spitzem oder stumpfem Winkel aus einander, indem sie nach der unter den Haarzellen belegenen Zone emporsteigen; einige Aeste biegen sich dort, oder noch früher, in tangentialer Richtung um und ziehen zuweilen eine Strecke in dieser Weise weiter. Dann endigt ein Theil der Aeste *frei* in der Umgebung der unteren Enden der

Haarzellen, indem sie diese umstricken; viele, vielleicht sogar die meisten, steigen aber zwischen die Haarzellen empor, entweder mehr senkrecht oder auch schief und gewunden. Alle diese Aeste endigen zuletzt *mit freien Enden* zwischen den Haarzellen; manche ragen bis in die Nähe der Oberfläche des Hörepithels empor, und einige endigen sogar erst in derselben, wie ich schon früher hervorgehoben habe. Nie giebt es einen direkten Zusammenhang der Nervenfasern mit den Haarzellen oder anderen zelligen Elementen des Hörepithels. Zuweilen färben sich sowohl einzelne Fadenzellen (Fig. 7 *fz*) wie auch einzelne Haarzellen oder Gruppen von ihnen (dies. Fig., rechts), ein Zusammenhang mit Nervenfasern lässt sich aber nicht nachweisen, obwohl ausnahmsweise zwar ein solcher vorzuliegen scheint, wenn Haarzellen und anliegende Nervenfasern zugleich gefärbt werden.

Zuweilen werden auch die Hörhaare der Haarzellen durch das Chromsilber geschwärzt. Dies ist für die Auffassung der Hörhaare und ihrer Verhältnisse zu der *Cupula terminalis* sehr erläuternd. Man sieht nämlich die Hörhaare, scharf contourirt, sich allmählig verschmälern und zugespitzt endlich etwa in der Mitte der Cupula-Höhe endigen. Die Cupula ist vollständig ungefärbt; ein direkter Zusammenhang zwischen den Hörhaaren und der Substanz der Cupula ist nie zu finden.

Weiter habe ich, bevor ich die Cristæ verlasse, einen Befund zu erwähnen, welcher mir ganz unerwartet war. In den *Plana semilunata* der beiden Seitenwände der in Fig. 7 abgebildeten Ampulle sah ich Nervenfasern (n^1) emporsteigen und theils in der Tiefe des Epithels, theils höher oben endigen. Es war dies indessen nur ein vereinzelter Fall, den ich hier des eigenthümlichen Verhaltens wegen wiedergegeben habe. Ob man diese Fasern als aberrirende Acusticusfasern oder als sensible Fasern ansehen soll, ist schwer zu entscheiden.

In den *Maculæ* ist die Endigungsweise der in das Hörepithel eindringenden Nervenfasern mit der Endigungsweise in den Cristæ ganz übereinstimmend. Dies geht aus den in Fig. 1—5 abgebildeten Präparaten auf das deutlichste hervor. Ein Theil der Fasern theilt sich vor dem Austritt in das Epithel, die meisten erst in demselben, und zwar entweder gleich nach dem Austritt (Fig. 1, 2, 3, 4), oder erst etwas höher oben. Manche Fasern theilen sich erst, nachdem sie den unteren Umfang der Haarzellen erreicht haben (Fig. 1, 2, 3). In den Maculæ kommt es oft vor, dass entweder tiefer unten im Epithel (Fig. 1, 3), oder höher oben in demselben (Fig. 1, 4, 5), und zwar vorzugsweise in der Zone unterhalb der Haarzellen, Nervenfaseräste eine Strecke tangential verlaufen, wie dies von mir und Anderen seit vielen Jahren bei verschiedenen Thieren beschrieben worden ist; hier eine besondere Schicht oder Stratum von Nervenfasern zu unterscheiden, dazu liegt jedoch kein Grund vor, da, wie die Fig. 1—7 zeigen, die Nervenfasern in allen Partien des Epithels verlaufen können und sich nicht in besonderen Strata halten.

Ein Theil der Nervenfaseräste endigen in der Umgebung der unteren Haarzellenenden, einige sogar noch tiefer, zwischen den Fadenzellen in der unteren Hälfte des Epithels. Die meisten Faserenden steigen aber wie in den Cristæ gerade oder gewunden, senkrecht oder schief zwischen den Haarzellen empor und endigen sämmtlich *frei unweit der Oberfläche, ja sogar oft in ihrem Saume* (Fig. 1, 4, 5). Diese Nervenfasern und ihre Enden sind in der Regel knotig-varikös, perlschnurartig.

In der also geschilderten Weise bilden, wie die Figuren darthun, auch bei Reptilien die Endfasern des Nervus acusticus in den Cristæ und Maculæ acusticæ *freie Endbüschel,* welche die Haarzellen umspinnen und hoch zwischen sie emporsteigen.

Was die entsprechenden Endigungen in der Cochlea des Tropidonotus betrifft, so konnte ich diese Nervenendstellen in den Schnittpräparaten nicht sicher unterscheiden. An allen solchen Stellen, welche mir zur Ansicht kamen, sah ich aber immer dieselben Verhältnisse.

6.

Die Riechzellen der Ophidier

in der Riechschleimhaut und im Jacobson'schen Organ.

(Taf. XXIII, Fig. 8.)

Seit den berühmten Untersuchungen Max Schultze's über den Bau der Riechschleimhaut weiss man, dass das Riechepithel der verschiedenen Wirbelthierclassen im Ganzen übereinstimmend gebaut ist, indem es aus zwei Arten von Elementen besteht, den bipolaren, wahrscheinlich mit den Olfactoriusfasern zusammenhängenden *Riechzellen* und den zwischen diesen eingelagerten *Stützzellen.* Diese zwar von anderer Seite bestrittenen Thatsachen wurden indessen v. A. durch die Golgi'sche Methode mit voller Sicherheit dargethan. Durch eine Reihe von Untersuchungen, unter denen die von Golgi und Ramón y Cajal obenan stehen, denen sich aber bald die von Pedro Ramón, Van Gehuchten und Martin, von Brunn, von Kölliker und *mir* anschlossen, wurde die genannte Thatsache festgestellt, aber zugleich auch nachgewiesen, dass die Olfactoriusfasern eigentlich die centralen Fortsätze der Riechzellen sind, die sich in den Glomeruli olfactorii verästeln, um dort mit freien Enden zu endigen.

Dass Olfactoriusfasern nicht nur in die eigentliche Riechschleimhaut, sondern auch in das eigenthümliche *Jacobson'sche Organ* eintreten, um dort zu endigen, hatte schon Leydig dargelegt; *wie* sie hier endigen, wurde jedoch erst durch die Golgi'sche Methode sichergestellt, indem es von Brunn und von Lenhossék gelang, nachzuweisen, dass sie auch hier, wie in der Riechschleimhaut, direkte centrale Fortsätze bipolarer Riechzellen sind.

Diese mittelst der Golgi'schen Methode ausgeführten Untersuchungen scheinen grösstentheils das Riechorgan der *Säugethiere* betroffen zu haben, nämlich die *Riechschleimhaut* der *Maus* (Cajal), des *Kaninchens*(Van Gehuchten) des *Menschen* (von Brunn). Das *Jacobson'sche Organ* wurde beim *Schaf* (von Brunn) und *Kaninchen* (von Lenhossék) untersucht. Selbst habe ich indessen die Riechschleimhaut in dieser Hinsicht nicht nur bei Säugern (Maus und Kaninchen), sondern auch bei *Fischen* (*Myxine, Esox, Anguilla, Gasterosteus*) und *Amphibien* (*Rana, Salamandra*) untersucht und beschrieben.

Da indessen die *Reptilien,* was die Riechschleimhaut betrifft, mittelst der Golgi'schen Methode meines Wissens noch nicht untersucht, und auch früher nur wenig der Gegenstand hierauf bezüglicher Untersuchungen waren, da ferner ihr Jacobson'sches Organ in mehr als einer Hinsicht grosse Eigenthümlichkeiten darbietet, die von den Forschern sehr verschieden gedeutet worden sind, habe ich, als sich die Gelegenheit darbot, diese Fragen bei Embryonen von *Tropidonotus natrix* zu studiren, dem interessanten Gegenstand einige Nachforschungen gewidmet.

Bei Embryonen von 100—130 Mm. Länge bekam ich, sowohl an Frontal-, wie Sagittalschnitten des mit Golgi'scher Färbungs-Lösung behandelten Kopfes, eine Reihe schöner Präparate, welche nicht nur den Bau der eigentlichen Riechschleimhaut, sondern auch den des Jacobson'schen Organes erläutern. In der Fig. 8 der Taf. XXIII habe ich ein solches Präparat abgebildet, in welchem man sowohl ein Stück der eigentlichen Riechschleimhaut (oben) als auch eine Partie des Jacobson'schen Organes (unten) sieht und zugleich die zu beiden diesen Theilen gehenden Olfactorius-Faserbündel (*ol, ol*[1]) in schöner Ausbreitung vor sich hat.

Was nun das Verhalten des Riechepithels in der *eigentlichen Riechschleimhaut* (an der oberen Seite der Figur) betrifft, so stimmt es mit demjenigen bei den Fischen, Amphibien und Säugern vollständig überein, so dass eine Beschreibung desselben hier nicht nöthig ist. In der Figur habe ich keine Stützzellen wiedergegeben, aber eine Anzahl von Riechzellen; diese tragen ihren ovalen, kernführenden Körper bald an der inneren Grenze des Epithels, bald höher oben, in verschiedenen Niveaux, zuweilen sogar nicht weit von der Oberfläche. Nach innen hin läuft der feine centrale Fortsatz mehr oder weniger gerade, zuweilen recht gewunden in die Submucosa hinein, wo er sich einem Olfactoriusbündel anlegt, um in ihm selbständig und ungetheilt nach dem Bulbus olfactorius zu ziehen, dort in bekannter Weise in einen Glomerulus einzutreten und verästelt zu endigen. Der gewöhnlich etwas dickere peripherische Fortsatz geht beinahe senkrecht nach der Oberfläche (*o*) des Epithels, wo er von dem zwischen den Stützzellenenden belegenen Aussenende ein kleines Büschel feiner und kurzer Fortsätze (Fig. 8 *rh*) aussendet, die bei mehreren Thieren schon von Max Schultze als *Riechhärchen* beschrieben und dann von verschiedenen Forschern erwähnt und abgebildet worden sind. Zuweilen hat man dieses Gebilde nur einfach und stäbchenförmig dargestellt, während man in anderen Fällen die Zellen mit Wimpern besetzt gefunden hat. Van Gehuchten hat eine Zelle wiedergegeben, die mit drei kleinen Haaren besetzt war. Von allen Abbildungen, die ich hiervon gesehen habe, stimmt mit dem Verhalten bei den Ophidiern diejenige am meisten überein, welche Cajal von dem Riechorgan der Säugethiere in der Fig. 25 und 26 seiner Arbeit (Les nouvelles idées de la structure du système nerveux, 1894) gegeben hat. Wie die Fig. 8 meiner Taf. XXIII hier unten zeigt, scheint zwar die Anzahl der Riechhärchen etwas verschieden zu sein, indem man bald nur zwei, bald vier oder fünf zählen kann; eine geringere Zahl kann aber von einem Verkleben derselben herrühren. Ueber fünf konnte ich nie wahrnehmen. Sie scheinen immer ganz kurz und von ein wenig ungleicher Länge zu sein; oft sind sie etwas gebogen und endigen nicht selten mit einem Knötchen. Im Ganzen scheinen sie, wenn sie mittelst Chromsilber gefärbt sind, nicht »stäbchenförmig» zu sein, sondern eher protoplasmatisch-faserförmig. Ich konnte nicht umhin, an *Dendriten* von Nervenzellen zu denken, und in der That entsprechen sie auch den letzten verästelten Enden eines peripherischen Nervenzellenfortsatzes dendritischer Bedeutung.

Eine Membrana Limitans konnte ich nie nachweisen, sondern ich fasse von Brunn's Membran als die oberen Flächen der Stützzellen darstellend auf, wie man auch in anderen Sinnesorganen (Gehörorgan) eine derartige Differenzirung des Deckprotoplasmas der Epithelzellen nachweisen kann.

Was nun das *Jacobson'sche Organ* der Ophidier betrifft, so hat zuerst Leydig[1] dasselbe, und zwar vor 22 Jahren, eingehend beschrieben. Die die Hohlkugel des Organs auskleidende Haut besteht nach ihm 1. aus einem Fasersystem, 2. aus dazwischen liegenden zelligen Elementen, 3. aus einem nach innen abschliessenden Epithel. Die Hauptzüge der Fasern verlaufen strahlig, verbinden sich aber durch Seitenbalken; man wird sich geneigt fühlen, das Fasersystem als Endgeflecht nervöser Elemente von strahliger Gruppirung aufzufassen. »Bringen wir nun aber», sagt Leydig, »stärkere Vergrösserungen in Anwendung, so schwindet die Sicherheit.» Die Fäserchen können allerdings die Fibrillen des Nerven sein, aber dann giebt es wieder andere, welche eher zum Bindegewebe zu gehören scheinen. Zwischen den Fasern ist eine kleinzellige Masse, und auch an dieser sind nervöse Zellen (Ganglienkugeln) und Bindegewebszellen zu unterscheiden. Die die Lichtung der Höhle begrenzende Schicht ist ein Epithel aus Cylinderzellen, welche sich rückwärts zur Haut hin keineswegs scharf absetzen, sondern vielmehr mit den besprochenen Fäserchen zusammenhängen; das Epithel stuft sich in Schichten ab. Härchen oder Borsten auf diesen Zellen zu sehen, gelang Leydig nicht, sie konnten aber ihrer Zartheit wegen eingeschmolzen sein. Alles in Allem fasste Leydig das fragliche Organ als dem Jacobson'schen Organe der Säuger gleichwerthig und dem Geruche angehörig auf. Er führte es als »ein zweites Geruchsorgan» oder »Nebengeruchsorgan» auf.

Dann wurde dieses Organ etwa gleichzeitig, im Jahre 1883, von Ramsay Wright, zusammen mit seinem Schüler Macallum, und von Born bearbeitet und beschrieben. Nach Born[2] ist die kleinzellige Masse zwischen den radiären Fasern nicht nervöser Natur, sondern sie stellt die zellige Ausfüllungsmasse einfacher Drüsen von birnenförmiger Configuration dar, die, dicht an einander gedrängt, die ganze Schleimhaut durchsetzen; an Frontalschnitten

[1] Fr. Leydig, Zur Kenntniss der Sinnesorgane der Schlangen. Archiv f. mikrosk. Anatomie, Bd 8, 1872.
[2] G. Born, Die Nasenhöhlen und der Tränennasengang der amnioten Wirbelthiere. Morpholog. Jahrb., Bd 8, 1883.
[3] Ramsay Wright, On the Organ of Jacobson in Ophidia. Zoologischer Anzeiger, 6. Jahrg., 1883, N:o 144.

der inneren Partien dieses Organs sieht man diese birnenförmigen Schläuche quer durchschnitten und im Inneren des polygonalen Querschnittes entdeckt man bisweilen ein deutliches Lumen; die Zellbekleidung ist mehrfach geschichtet.

Ramsay Wright[1] schloss sich mehr Leydig's Ansichten an. Er verneint das Vorkommen von Drüsen im Jacobson'schen Organ der Ophidier (Eutænia sirtalis). Elemente der Mucosa setzen sich gegen das Lumen des Organs zwischen seine zelligen Säulen fort, die also durch pigmentirtes Bindegewebe und Capillaren von einander getrennt werden; die Capillaren bilden an der unteren Fläche des Neuroepitheliums ein Netz mit polygonalen Maschen, welche von den inneren Enden der Zellensäulen eingenommen werden. In den unteren Partien der Säulen giebt es eine Anzahl spindelförmiger Zellen, welche das Lumen nicht erreichen; sonst sind die Säulen aus Zellen zusammengesetzt, die sich denen der Kernschicht des Riechepithels der Nasenschleimhaut ganz ähnlich erweisen, d. h. aus runden Kernen mit wenig Protoplasma bestehen, das an beiden Enden in Fortsätze ausläuft. Am Boden des Jacobson'schen Organes findet sich ein gewöhnliches Cylinderepithel.

Der oben erwähnte Schüler von Ramsay Wright, Macallum,[2] gab in demselben Jahre eine mit Abbildungen versehene ausführlichere Darstellung seiner zusammen mit Wright ausgeführten und dann weiter fortgesetzten Untersuchungen heraus. Aus derselben geht zwar nicht ganz deutlich hervor, wie die beiden Forscher die eigentliche Zusammensetzung des Neuroepitheliums der Säulen des Organes aufgefasst haben. Sie unterscheiden erstens eine *mucöse* Schicht, zweitens eine *sensorielle* Schicht die aus 8—10 kleinen bipolaren Zellen besteht, deren feiner centraler Fortsatz in vielen Fällen mit Nervenfasern zusammenhängt und deren peripherer an der Oberfläche in ein schmäleres Riechhärchen ausläuft. An der Oberfläche (gegen das Lumen hin) findet sich auch ein Cylinderepithel, welches die *dritte* Schicht, die Oberflächenschicht, darstellt und dessen centrale Enden zwischen den peripheren Enden der bipolaren Zellen verschwinden. Man ersieht aus dieser Beschreibung nicht, ob Macallum und Wright sich die sensoriellen Zellen *sämmtlich* als mit den Nervenfasern zusammenhängend und auch bis an die Oberfläche reichend gedacht haben; dies geht auch aus der Abbildung nicht hervor. Das untere Ende der Cylinderzellen blieb ihnen ebenfalls dunkel.

Spätere Untersuchungen über diesen Gegenstand sind mir in der Literatur nicht bekannt.

Mittelst der Golgi'schen Methode ist es mir nun gelungen, in den prinzipiellen Fragen betreffs des feineren Baues des Jacobson'schen Organes zu sicheren Resultaten zu kommen, und zwar bei 100—140 Cm. langen Embryonen von *Tropidonotus,* die der Zeit des Ausschlüpfens aus dem Ei nahe waren.

Was die allgemeine Configuration des Organes betrifft, so ist sie durch Leydig's, Born's und Macallum's Darstellungen schon genau bekannt. Ich gehe deshalb sogleich zur Beschreibung meiner Befunde betreffs des feineren Baues über. In der Fig 8 (unten) auf der Taf. XXIII ist eine Partie vom Dache des Jacobson'schen Organes wiedergegeben. Man sieht ein dickes Bündel feiner Nervenfasern (ol^1) sich von dem zur eigentlichen Schleimhaut ziehenden Bündel (*ol*) des Olfactorius abtrennen, welche Fasern am Umfang des fraglichen Organs auseinanderfahren, um entweder direkt, oder zuerst nach der Seite hin umbiegend, in dasselbe einzutreten und in feinwelligem Verlauf in fast senkrechter Richtung nach der Oberfläche (dem Lumen) des Organs (o^1) hin zu ziehen.

Das, was bei einem Vergleich solcher Präparate mit der eigentlichen Riechschleimhaut zuerst in die Augen fällt, ist die verschiedene Dicke der beiden Oberflächenschichten und namentlich die complicirtere Beschaffenheit derjenigen des Jacobson'schen Organs. Diese ist im Allgemeinen doppelt so dick als die andere und zeigt die schon von Leydig und dann auch von Born und Wright & Macallum beschriebene Zusammensetzung aus radiirenden Säulen. Diese Säulenanordnung findet sich aber nicht in der gegen das Lumen gekehrten Zone, sondern nur in dem übrigen Theil des Organs, der etwa $^2/_3$ der ganzen Dicke desselben ausmacht. Bei genauer Untersuchung erkennt man, dass Säulenfächer von Bindegewebshäutchen gebildet werden, welche mit der Submucosa zusammenhängen, wie v. A. Wright und Macallum dies richtig aufgefasst haben. In diesen Bindegewebshäutchen verlaufen auch die von diesen Forschern beschriebenen Blutgefässe, indem von dem in der Submucosa befindlichen Plexus (*bg*) gerade Gefässe meist capillarer Natur emporsteigen und etwa zwei Drittel der Dicke des Organs durchlaufen, um sich sodann tangential umzubiegen und in dieser Höhe einen die Säulen umspinnenden Gefässplexus (bg^1) zu constituiren. Durch das Chromsilber färben sich diese Gefässe oft, worauf sie sich in ihrer Ausbreitung leicht verfolgen lassen; die Fig. 8 zeigt einige solche Partien des Plexus.

[1] Ramsay Wright, On the Organ of Jacobson in Ophidia. Zoologischer Anzeiger. 6 Jahrg., 1883. N:o 144.
[2] A. B. Macallum, The nasal Region in Eutænia. Proceedings of the Canadian Institute, Toronto. Vol. 1, 5, 1883.

In den in dieser Weise gebildeten Fächern, die in dem Tangentialschnitt quer durchgeschnitten sind und dann polygonal erscheinen, liegt nun »die kleinzellige Masse» Leydig's, welche Born als tubuläre Drüseneinstülpungen auffasste, in welchen er zuweilen sogar Lumina nachweisen konnte. Leydig erkannte mit gewohntem Scharfblick aber schon, dass hier ein Sinnesorgan, ein »Nebengeruchsorgan» vorlag, und er sah in der kleinzelligen Masse, zu welcher er die Olfactoriusfasern verfolgen konnte, nervöse Elemente, Ganglienkugeln. Wright und Macallum fanden den Bau dieser Masse dem des Riechepithels ähnlich.

Durch die Golgi'schen Methode wird nun dieses Problem gelöst. Mit Drüsen hat man es hier nicht zu thun, sondern es liegt in der That ein Organ von derselben Einrichtung wie die Riechschleimhaut, ein »Nebengeruchsorgan» vor, was ja auch, im Vergleich mit den Verhältnissen bei anderen Wirbelthierklassen, von vornherein anzunehmen war. Nur sind bei diesen Reptilien einige Eigenthümlichkeiten vorhanden, nämlich die oben beschriebene Fächereintheilung und die Dicke der Schicht, wodurch die Elemente ihres Riechepithels ausserordentlich viel verlängert werden. Durch die Chromsilberfärbung bekommt man also die Gestalt und die Anordnung dieser Elemente zur Ansicht. Hier, wie im übrigen Riechepithel, finden sich zwei Arten von zelligen Elementen, nämlich *Stützzellen* und *Sinnesnervenzellen.* Von den ersteren habe ich nur eine in der Figur abgebildet (*s*); sie reichen von der Oberfläche (Lumen) bis zum unteren Umfang und laufen also durch die ganzen Fächerräume; den Kern scheinen sie gewöhnlich im oberen Drittel zu tragen; der Zellenkörper ist in seiner ganzen Länge zackig, höckerig. Die *Sinnesnervenzellen* (r^1), die, wie in der eigentlichen Riechschleimhaut, auch hier mit Recht *Riechzellen* genannt werden können, stehen mit den oben beschriebenen Olfactoriusfasern in direktem Zusammenhang, d. h. die letzteren sind die centralen Fortsätze der Zellen, tragen ihren rundlichen, von einem dünnen Protoplasmamantel umgebenen Kern in verschiedener Höhe des Organs, bald in der Nähe des oberflächlicheren Gefässplexus (zuweilen sogar dem Lumen etwas näher), in der Regel aber tiefer hinab, sogar ganz nahe des unteren Umfangs. Sie ähneln vollständig den Riechzellen des eigentlichen Riechepithels und sind nur noch mehr in die Länge gezogen. Der nach dem Lumen hin gerichtete Fortsatz ist ein wenig stärker und entsendet von seiner Oberfläche, nicht einen stabförmigen Fortsatz, oder ein Haar, wie Macallum beschreibt, sondern, in derselben Weise wie die Riechzellen der eigentlichen Riechschleimhaut, einen kleinen Büschel von Fasern oder Aesten, die in das Lumen des Organs frei hineinragen; diese Büschel und ihre einzelnen Fortsätze sind aber kleiner, d. h. kürzer wie bei den »eigentlichen» Riechzellen.

Die Epithelbekleidung am halbkugelförmigen (kuppelförmigen) Dache des Jacobson'schen Organes ist also durch und durch ein echtes Sinnesepithel derselben Natur wie das eigentliche Riechepithel, und es verhält sich zum Bulbus olfactorius wahrscheinlich auch in derselben Weise wie dieses, obwohl es mir nicht gelungen ist, die Faserbündel des Jacobson'schen Organes bis zu ihrer Endigung im Bulbus gesondert zu verfolgen.

Andere Zellen als die beschriebenen beiden Arten konnte ich in der Epithelauskleidung des Daches des Jacobson'schen Organes nicht nachweisen.

Dagegen ist der gewölbte Boden des Organs, wie v. A. Wright und Macallum genauer hervorgehoben haben, mit einem gewöhnlichen Cylinderepithel ausgekleidet.

Frei endigende (sensible) Nervenfasern (von Brunn'sche Fasern) sah ich in dem Sinnesepithel der eigentlichen *Riechschleimhaut* und des Jacobson'schen Organes der Tropidonotus-Embryonen nicht, obwohl ich gewiss nicht an ihrem Vorkommen zweifle, da ich bei Amphibien und Säugern solche Faserendigungen in sehr reichlicher Anzahl angetroffen habe.

7.

Zur Entwicklung der Zellen des Ganglion spirale acustici und zur Endigungsweise des Gehörnerven bei den Säugethieren.

Taf. XXIV und Taf. XXV, Fig. 1—4.

In dem im Jahre 1892 (24. Mai) erschienenen 3. Bande dieser Publikation[1] veröffentlichte ich die Resultate meiner Untersuchungen über die Endigungsweise des Gehörnerven, die ich mittelst der Golgi'schen Methode gewonnen hatte. Diese Untersuchungen betrafen die Verhältnisse bei *Vögeln* (Hühnchen) und *Säugethieren* (Maus), und zwar nicht nur die *Cristæ* und *Maculæ acusticæ,* sondern auch die *Cochlea,* resp. das *Cortische Organ.* Im Anschluss an meine älteren eingehenden Forschungen über das Gehörorgan der Wirbelthiere und die Endigungsweise des Gehörnerven (1871—1885) hatte ich nun mittelst der Golgi'schen Färbungsmethode noch bestimmter und definitiver nachweisen können, dass die in das Hörepithel eindringenden und sich dort verästelnden Nervenfasern des Acusticus in der Umgebung der Haarzellen mit *freien* Enden endigen und in keinem direkten Zusammenhang mit diesen Zellen stehen. In den Maculæ und Cristæ acusticæ dringen vielmehr manche Fasern zwischen den Haarzellen hoch nach der Oberfläche hin empor. Alle diese Fasern entsprechen den Endigungen der peripherischen Fortsätze der bipolaren Nervenzellen des Ganglion acustici. In der Cochlea der Maus konnte ich *zwei Arten von Endigungen* der Nervenfasern demonstriren, nämlich eine, wo die Fasern sich gleich nach dem Eintritt in das Cortische Organ verästeln, radiär auslaufen und enden und eine andere, wo sie unverzweigt zwischen die äusseren Haarzellen auslaufen, sich dort umbiegen und spiralig in der Schnecke weiter ziehen, um nach einem gewissen Verlauf zwischen den Haarzellen zu endigen.

Auf dem im darauf folgenden Monat stattgefundenen Anatomencongresse in Wien besprach ich diese Verhältnisse nochmals. Dabei erwähnte auch Van Gehuchten[2], dass er, unabhängig von mir, in Betreff der Endigungsweise des Gehörnerven im Ganzen ähnliche Verhältnisse angetroffen hatte; noch in demselben Jahre erschien seine Mittheilung darüber.[3]

[1] Gustaf Retzius, Die Endigungsweise des Gehörnerven. Biolog. Untersuchungen. N. F., Bd 3, 1892.

[2] A. Van Gehuchten, Contribution à l'étude des ganglions cérébro-spinaux. Bull. de l'Acad. d. Sciences de Belgique, août 1892 — La Cellule T. 8,2, 1892.

[3] In dem Mai-Heft des Anatom. Anzeigers im darauf folgeuden Jahre erschien eine Mittheilung von dem Amerikaner Ayers (H. Ayers, Ueber das peripherische Verhalten der Gehörnerven und den Wert der Haarzellen des Gehörorganes, Anatom. Anzeiger, 8. Jahrg., N:o 12 & 13, 13 Mai 1893), in welcher der direkte Zusammenhang zwischen Nervenfasern uud Haarzellen noch ein mal auf das bestimmteste urgirt wurde. Er behauptete, dass meine Resultate von einer »unvollständigen Färbung» der Präparate herrühren; die Nervenfasern seien nicht bis zum morphologischen Ende gefärbt. »Meine Erfahrungen mit dieser Methode», sagt er, »unterstützen die Retzius'schen Behauptungen in keinem Fall, im Gegeuteil zeigen sie unwiderleglich, dass, wo ein unzweifelhaftes Ende der terminalen Verzweigung der Gehörnerven vor uns liegt, es *stets* mit einer Epithelialzelle verbunden ist — eine Schlussfolgerung, die diametral der des schwedischen Anatomen gegenübersteht. Ich möchte betonen, dass die Endigungsweise der Riech- und Hörnerveu principiell dieselbe ist.» Er erwähnt dann sein Erstauueu über meine Figuren und findet es noch unbegreiflicher, dass auch Van Gehuchten dasselbe bestätigte. »Ueberzeugt, dass ihre Präparate unvollstäudig gefärbt sind — denn sie zeigeu uicht, was mit anderen Methoden darzustellen ist — liess ich», sagt er, »mit dem Chromsilberverfahren eine Reihe von Ohrpräparaten (meistentheils von Sus) herstellen. In denselben ist die Coutinuität der Nervenfasern mit den Haarzellen äusserst klar hervorgebracht.» »In gut gelungenen Golgi'schen Präparaten sind Hunderte Zellen des Corti'schen Organes wohl gefärbt und viele zeigen die Nervenendigung. … Aus der Mitte der Basis einer jeden Zelle geht eine Nervenfaser hervor, welche man in günstigen Fällen durch eine Zelle des Ganglion cochleare verfolgen kaun.» Er beschreibt dann

Noch in demselben Jahre wurde die freie Endigungsweise des Gehörnerven in den Maculæ und Cristæ acusticæ auch von Niemack, welcher mit der Methylenmethode beim Frosch, und von Ramón y Cajal, der mit der Chromsilbermethode bei der Maus arbeitete, dargelegt. Der letztere Forscher[1] sah die Nervenfasern sich vor, bei und nach ihrem Eintritt in das Epithel der Crista theilen und ihre Aeste in demselben hoch und fast senkrecht emporsteigen und frei endigen. Ausserdem sah er noch ein Nervenbündel an das Dach der Ampulle hinantreten und im Epithel verästelt endigen.

Ich hatte wärend des Winters 1893 meine Untersuchungen über die Endigungsweise des Gehörnerven fortgesetzt, und im Frühjahr (6. Juni) erschien eine neue Mittheilung von mir[2], in welcher ich meine früheren Angaben sowohl in Betreff der Endigungen in der Cochlea wie in den Maculæ und Cristæ ac. der Säugethiere (diesmal bei Mus decumanus) bestätigte und durch eine Anzahl neuer Abbildungen erläuterte; ich stellte dabei auch die Endigungsweise der Nervenfasern an den inneren Haarzellen des Corti'schen Organs dar; in den Maculæ und Cristæ ac. hob ich noch schärfer hervor, dass eine bedeutende Anzahl der Faserenden zwischen den Haarzellen

die Radialfasern und erwähnt dabei u. A. »die peripherischen Zweige der Radialnerven, welche meiner Meinung nach durch die Theilung der Haarzellen ohne begleitende Theilungen der Nerven entstanden sind». In Betreff des »Ganglion cochleare» sagt er: »Die meisten Ganglienzellen sind bipolar, jedoch kommen Multipolarzellen nicht selten vor (Zellen mit 3—6 Fortsätzen).» »Die Multipolarzellen erhalten mehrere Radialfasern und vereinigen dieselben in einen Körper und geben nur eine einzige Centralfaser ab. Die Centralfaser kann auch eine peripherische Collaterale erhalten (resp. abgeben).» Was die Haarzellen der Maculæ und Cristæ betrifft, sind nach Ayers ihre Haarzellen »leicht färbbar im Zusammenhang mit ihren Nervenfasern, und die Verhältnisse sind nicht fundamental verschieden von denen, welche für die Haarzellen der Schnecke oben angegeben sind». Aus diesen Thatsachen, und einigen hier nicht referirten, zog nun Ayers u. A. folgende Schlüsse:

A. Dass die Haarzellen und ihre anhängenden Ganglienzellen eine einzige morphologische Einheit bilden — ein akustisches Element — welches zwischen oberflächlichen und centralen Punkten vermittelt.

B. Dass keine fundamentale Verschiedenheit zwischen akustischen und olfactorischen Elementen existirt.

C. Dass die sogenannten »Spiralfasern» nur kurze Strecken von Radialfasern sind, welche ihr Ziel nach umlaufendem Weg erreichen.

D. Dass alle Fasern des N. VIII, soweit es sicher dargestellt ist, ihren Ursprung in den Haarzellen nehmen. —

Ich habe diese mit viel Pretention hervorgebrachten Angaben des Herrn Ayers hier ausführlich angeführt, zwar nicht ihres eigentlichen Werthes wegen, sondern vielmehr um sie als illustratives und sogar abschreckendes Beispiel der Gefahr hervorzuheben, der ein junger Forscher ausgesetzt werden kann, wenn er ein schwieriges Gebiet der Histologie mit Methoden behandelt, welche er noch nicht beherrscht. Sowohl in Betreff der Golgi'schen wie der Ehrlich'schen Methode ist es mehrmals geschehen, dass Anfänger, welche mit diesen Methoden noch nicht vertraut waren und sie noch nicht auf verschiedenen Gebieten geprüft hatten, ihre Ergebnisse gar zu früh veröffentlichten. Herr Ayers scheint bei seinen betreffenden Untersuchungen sogar seine Präparationen mit der Golgi'schen Methode *nicht einmal selbst* ausgeführt zu haben: er *»liess»*, wie er ausdrücklich sagt, *»mit dem Chromsilberverfahren eine Reihe von Ohrpräparaten (meistentheils von Sus) herstellen»*.

Natürlicherweise ist es nicht meine Absicht, Jemand, auch wenn es ein noch nicht befähigter Anfänger sein sollte, das Recht abzusprechen, in wissenschaftlichen Dingen zu thun, was ihm beliebt. Die Wissenschaft steht jedem Arbeiter offen. Doch muss dieser dann, wenn er gar zu unreife Früchte pflückt, auch die Consequenzen tragen. Zeigt er sich nicht nur unerfahren, sondern tritt er auch unbescheiden auf, so wird ihm eine noch strengere Beurtheilung zutheil. Unrichtige Angaben, nametlich wenn sie mit grosser Bestimmtheit und Pretention als »Thatsachen» ausgegeben werden, bereiten der Wissenschaft stets *einigen* Schaden. Es kann zwar jeder Forscher irren, und es giebt wohl keinen, der nur richtige Befunde erbrächt hätte; durch neue und vervollkomnete Methoden werden Gebiete, die man schon zu kennen geglaubt, neuer Beleuchtung unterworfen, und dabei zeigt sich manches, was man bereits als erledigt angesehen, anders gestaltet, manche Annahme sogar als irrig. Vieles, was schon lange für sicher gegolten, erweist sich vielleicht als unrichtig. Es ist daher die Pflicht eines jeden Forschers, bei der Veröffentlichung seiner Befunde vorsichtig zu sein, denn es macht anderen, wenn sie unrichtig sind, oft viel Mühe, sie zu widerlegen und zu beseitigen.

Dies ist zwar betreffs der Angaben des Herrn Ayers kaum erforderlich. Mehrere der bewärtesten Forscher auf dem Gebiete der modernen Nervenhistologie sind ja einstimmig gegen ihn. Van Gehuchten, Ramón y Cajal und von Lenhossék haben meine Angaben vollauf bestätigt.

Da ich durch eine sehr grosse Anzahl von Präparaten, die ich selbst von dem Gehörorgan von Repräsentanten der verschiedenen Wirbelthierclassen hergestellt, eine feste Ueberzeugung von der Richtigkeit der Befunde gewonnen habe, so fand ich es überflüssig, nach dem Erscheinen der Mittheilung des Herrn Ayers seinen Angaben direkt entgegen zu treten, und dies um so viel mehr, als ich literarische Streitigkeiten nicht liebe und ich den Anatomischen Anzeiger meinestheils möglichst damit verschonen wollte. Nachdem ich aber später von Collegen erfahren habe, dass man von mir eine Beantwortung erwarte, habe ich diese nun hier gegeben.

Leider kann ich nicht umhin, hinzuzufügen, dass ich nicht »erstaunt» war, als ich die Mittheilung des amerikanischen Forschers las. Durch die Güte des Verfassers hatte ich etwas vorher sein grosses Buch *»A Contribution to the Morphology of the Vertebrate Ear, with a Reconsideration of its Functions»* zugeschickt bekommen. Ich muss gestehen, dass mich dieses Buch wahrhaft betrübte. — Ich glaubte doch, dass durch die vieljährigen ernsthaften Arbeiten von mir und Anderen Vieles in der Morphologie und Histologie des Gehörlabyrinthes als sichergestellt anzusehen war, bis — durch Herrn Ayers — manche unserer Errungenschaften, um die Worte eines berühmten Forschers zu gebrauchen, »leichten Sinnes völlig über Bord geworfen» wurden. Man braucht nur die Tafel XII des Buches anzusehen, wo »a view in perspective of a portion of the mammalian cochlear organ» dargestellt ist, und wo in der Beschreibung der Tafel folgendes versichert wird: »Many minor details of cochlear anatomy are left out to secure clearness of *the picture, which is true to nature as far as it goes,* and disputed points which have no definite and positive solution in my investigations are not introduced.»

Solche Fantasterien, welche dort und in den Schriften des Verfassers zu sehen sind, z. B. über die Bildung der Cortischen Membran aus den Haaren der Haarzellen, gehören doch beinahe zu dem Unerhörten. Ferner verweise ich auf den von ihm postulirten *direkten* Zusammenhang der Nervenfasern mit den Haarzellen des Cortischen Organs. Ebenso auf die cirkuläre und büschelförmige Anordnung der Haare an den inneren und äusseren Haarzellen des Cortischen Organs. Ein Histolog, welcher in unserer Zeit solche »Thatsachen» hervorbringen kann, *der ist noch nicht befähigt, mit einem so schwierigen Gegenstand wie dem Gehörorgan zu arbeiten und weit und breit und mit grosser Ostentation darüber zu schreiben.* Solche fundamentale Sachen darf man doch nicht unbestraft »leichten Sinnes» umwälzen. Diese konnten schon seit langer Zeit manche meiner hiesigen Schüler beherrschen. Ich muss gestehen, dass das fragliche Werk keine Zierde der amerikanischen Wissenschaft ist.

Es ist mir unangenehm, dieses strenge Urtheil aussprechen zu müssen. Ich glaube es aber der Wissenschaft schuldig zu sein, denn solche Arbeiten wie die genannte des Herrn Ayers können, falls sie als Wahrheiten aufgenommen werden, unseres mühsam erworbenes Wissen wieder eine Strecke *zurück* führen. Ich glaube auch dazu befähigt zu sein, und fasse es als eine *Pflicht* auf, zu beurtheilen, da ich schon auf diesem Gebiete mit den verschiedensten Methoden während drei und zwanzig Jahren — und dabei während mehr wie sechs Jahre fast ausschliesslich — gearbeitet habe.

[1] S. Ramón y Cajal, Nuevo concepto de la Histologia de los centros nerviosos. Revista de Ciencias Médicas de Barcelona. T. 18, 1892. Barcelona 1893. — Les nouvelles idées sur la structure du système nerveux chez l'homme et chez les vertébrés. Paris 1894.

[2] Gustaf Retzius, Weiteres über die Endigungsweise des Gehörnerven. Biol. Untersuchungen von Gustaf Retzius, N. F., V, 5, 1893.

bis an die Nähe der Oberfläche des Epithels, zuweilen sogar bis an dieselbe emporsteigen. *Ein continuirlicher Zusammenhang zwischen den Nervenfasern und den Haarzellen ist nie vorhanden,* obwohl zuweilen Bilder vorkommen, welche einen solchen vortäuschen können. Endlich zeigte ich, dass auch bei den Fischen eine entsprechende *freie* Endigung der Nervenfasern des Gehörnerven vorhanden ist.

In demselben Jahre erschien nun eine Abhandlung von M. von Lenhossék,[1] welche einen von ihm schon am 24. Mai auf dem Anatomencongresse in Göttingen gehaltenen Vortrag wiedergab. In Betreff der Endigungsweise des Gehörnerven in den Maculæ und Cristæ acusticæ war er durch seine Untersuchungen bei Säugern (der Maus) zu denselben Ergebnissen gekommen wie *ich,* Van Gehuchten und Cajal. Stets sah er nur die *freie* Endigung der Fasern. Er unterschied im Hörepithel drei Zonen, eine Haarzellenzone, ein aus horizontal unter den Haarzellen reichlich verlaufenden Nervenfasern bestehendes Stratum plexiforme und eine die unteren Enden der Stützzellen umfassende Stützzellenzone. Während ihres Verlaufes unter den Haarzellen lassen die horizontalen Fasern von Stelle zu Stelle vertikale, vorwiegend aufsteigende Aeste aus sich hervorgehen; diese entspringen an zackig emporgezogenen, dreieckigen Stellen der Horizontalfasern, gewöhnlich mit einer kleinen Verdickung und steigen an den Haarzellen senkrecht nach der Oberfläche hin empor; sie sind an den Seitenflächen der Haarzellen eng angelöthet, und zwar bis zu wechselnder Höhe; die Mehrzahl findet wohl unterhalb der Mitte der Zellenhöhe ihr Ende, andere steigen bis in die Nähe der Oberfläche, in keinem Falle sah er sie bis direkt zur Oberfläche hinaufreichen. Ausserdem kommen auch absteigende Aeste vor. Was die Ganglienzellen des Acusticus betrifft, so sah von Lenhossék, dass ihre beiden Fortsätze die bei den Cerebrospinalganglien sonst gewöhnliche Rolle in der Hinsicht getauscht haben, indem der peripherische Fortsatz der zartere ist. Multipolare Formen konnte er weder in den Ganglien des N. vestibularis noch in denen des N. cochlearis jemals wahrnehmen.

Oben in diesem Bande habe *ich* noch die Endigungsweise der Nerven im Gehörorgan der *Reptilien* (Schlangen) dargestellt.

In *principieller* Hinsicht scheint wohl also die Frage von der peripherischen Endigung des Gehörnerven bei den Wirbelthieren durch mehrere der mit der Golgi'schen Methode vertrautesten Forscher erledigt zu sein. Meine früheren Angaben sind nicht nur durch meine eigenen neueren Untersuchungen precisirt und erweitert, sondern auch, zum Theil sogar unabhängig davon, von anderen Forschern — Van Gehuchten, Ramón y Cajal und von Lenhossék — bestätigt worden.

Wenn ich schon jetzt diese Frage wieder zur Besprechung aufnehme, so geschieht dies, weil ich theils einige Einzelheiten, in denen ich von den verehrten Collegen etwas abweiche, berühren, theils auch einige neuere Befunde mittheilen will.

Im vorigen Winter bemühte ich mich, die früheren, embryonalen Stadien der Nervenendigung im Gehörorgan noch eingehender zu verfolgen. Bei 2 Cm. langen Foetus von *Mus decumanus* gelang es mir in der That, schöne und erläuternde Bilder zu bekommen, und zwar sowohl in den Maculæ und Cristæ acusticæ wie in der Cochlea.

In den *Maculæ* und *Cristæ* sind die Nervenfaserenden in diesem Stadium nicht nur in das Epithel hinausgetreten, sondern grossentheils schon bis in die Nähe seiner Oberfläche gelangt. In den Fig. 1—4 der Taf. XXV sind einige meiner Präparate wiedergegeben. In Fig. 1 liegt ein Querschnitt des Gehörorgans vor; wahrscheinlich stellt hier das Epithel dasjenige einer Macula dar, obwohl ich nicht recht verstehe, wie dieselbe getroffen ist, da das Epithel eingeknickt erscheint. Das Präparat war jedoch sehr gut und deutlich; die Nervenfasern drangen nach geschehener Verästelung mit ihren Enden in der von mir schon oft beschriebenen Weise zwischen den Haarzellen weit gegen die Oberfläche hin hinaus; sie zeigten oft Verdickungen an den Theilungsstellen und waren im Ganzen varikös-knotig. In den Fig. 3 und 4 sind andere Partien der Maculæ abgebildet, in denen man entsprechende Verhältnisse wahrnehmen kann; hier sind aber, wie schon in der Fig. 1, mehrere Fasern noch nicht in der Nähe ihrer Endstationen angelangt; sie sind jedoch entweder schon unter den Enden der Haarzellen angekommen, oder auch theilweise noch auf dem Wege dahin, also in den tieferen Partien des Epithels. In der Fig. 2 ist eine Ampulle mit der Crista der Länge nach getroffen; hier sieht man eine Nervenfaser, in das Epithel eingetreten, sich dort wiederholt theilen und zwischen den Haarzellen, die unteren Theile derselben umfassend, eine verschieden weite Strecke emporsteigen, ohne, wie es scheint, die Endstationen erreicht zu haben.

[1] M. von Lenhossék, Die Nervenendigungen in den Maculæ und Cristæ acusticæ. Anatom. Hefte, herausgeg. v. Merkel und Bonnet, 1893; Beiträge zur Histologie des Nervensystems und der Sinnesorgane von Michael von Lenhossék, 1894.

Bei der Untersuchung der *Schnecke* traten diese embryonalen Verhältnisse noch deutlicher hervor. In der Fig. 1 der Taf. XXIV habe ich einen Querschnitt des Schneckenganges vom 2 Cm. langen Foetus von Mus decumanus, und in den Fig. 2, 3 und 4 in etwas stärkerer Vergrösserung einige andere Partien der Schneckenwandung derselben Foetus wiedergegeben. Wie man hier sieht, sind die Nervenfasern noch nicht in das Epithel des noch ganz embryonalen Corti'schen Organes hinausgetreten, sondern mit ihren Endverästelungen noch auf dem Wege dahin.

Man braucht wohl keinen schlagenderen Beweis für die Richtigkeit des Princips der freien Verästelung der Nervenfasern des Acusticus im Gehörepithel. Jedenfalls könnte ein direkter Zusammenhang derselben mit zelligen Elementen dieses Epithels, den Haarzellen, erst später eintreten, d. h. sekundär geschehen. Dies tritt noch prägnanter hervor, wenn man die Nervenzellen studirt, deren Fortsätze die fraglichen Nervenfasern sind. Fig. 1 zeigt vier solche bipolare Nervenzellen. Wenn man nun aber die in den Fig. 2, 3 und 4 abgebildeten Nervenzellen betrachtet, findet man zu seinem Erstaunen nicht nur bipolare Zellen, sondern auch solche mit zwei peripherischen Fortsätzen, und in den Fig. 5 und 7 sind noch einige derartige Zellen abgebildet.

Bei genauerer Durchmusterung erkennt man, dass hier eine ganze Reihe verschiedener Stadien vorliegt, die offenbar verschiedenen Entwicklungsformen der fraglichen Nervenzellen entsprechen. Es ist dies wirklich eine interessante Thatsache, weil dadurch eine auffallende — meiner Ansicht nach endgültige — Erklärung der Bedeutung der peripherischen Fortsätze der Nervenzellen des Acusticusganglions — und dadurch auch aller Cerebrospinalganglien — gegeben wird. Bekanntlich hat zuerst Ramón y Cajal, und im Anschluss an ihm Van Gehuchten, die Ansicht ausgesprochen, dass die peripherischen (sensiblen) Fortsätze der Spinalganglien als Dendritenfortsätze, die centralen dagegen als Axencylinder aufzufassen seien. Dieser Anschauungsweise bin ich schon längst beigetreten.

Hier, in frühen Entwicklungsstadien des Schneckenganglions, trifft man eine Reihe von Zellformen, über deren morphologisch zu classificirende Natur kaum ein Zweifel obwalten kann, wenigstens nicht wenn man dieselben nach ihrer Gestalt beurtheilt. Bei allen den auf der Taf. XXIV abgebildeten Zellen hat der centrale, hier zartere, unverästelte Fortsatz (*n*) den Charakter eines *Axencylinderfortsatzes;* bei mehreren in diesen Figuren wiedergegebenen Zellen läuft das entgegengesetzte Zellenende in zwei Fortsätze aus, die sogar (Fig. 4 und 7) nach sehr divergirenden Richtungen ziehen können. Bei anderen Zellen hinwieder ist diese peripherisch belegene Partie des Zellenkörpers mit ihren Fortsätzen gleichsam von ihm ausgezogen und bald dick und breit, bald wieder schmäler; und von diesen Formen bekommt man eine ganze Reihe von Uebergangsformen zu den echt oppositipol-bipolaren, welche dem ausgebildeten Zustand entsprechen. Diese von dem Zellenkörper selbst oder von einer ausgezogenen Partie desselben ausgehenden Fortsätze haben vollständig den Typus von *Dendriten*fortsätzen. Bei weiterer Entwicklung zieht sich die peripherische Partie des Zellenkörpers immer mehr aus, bis sie schmal, fadenförmig wird und die Aeste erst am äussersten Ende trägt. Diese Aeste müssen aber morphologisch fortwährend den Dendriten entsprechen; ob man dann ihre zarte Verbindung mit dem Zellenkörper noch als zu ihm gehörig betrachten will, was ja von vorn herein das Richtige wäre, das ist wohl eine Geschmackssache.

In der Literatur giebt es eine Angabe über »Multipolarzellen» im Ganglion cochleare. Sie rührt von demselben amerikanischen Verfasser, H. Ayers, her, dessen Arbeiten auf dem Gebiete des Gehörorgans ich hier oben so streng beurtheilt habe. Ich will gegen ihn gerne gerecht sein und ihm natürlicherweise da, wo er richtige Angaben gemacht hat, Recht geben. In der vorliegenden Frage scheint er wirklich eine richtige Beobachtung gemacht zu haben, obwohl er die »Multipolarzellen» nicht *als sich-entwickelnde bipolare Zellen* gedeutet hat. Auch erwähnt er an diesen Zellen 3—6 Fortsätze; mehr wie drei habe ich jedoch nicht gesehen und ich glaube auch kaum, dass hier mehr als zwei Dendriten vom Zellenkörper selbst entspringen können.

Was nun die oben besprochene Entwicklung der Dendritenfortsätze vom peripherischen Zellenkörperende und das spätere Ausziehen des letzteren betrifft, so kann ich nicht umhin, auf die von mir oben in der Abhandl. 2 kurz beschriebene Entwicklung der Kleinpyramidenzellen der Grosshirnride hinweisen, wo ebenfalls oft vom Anfang an zwei getrennte Dendritenfortsätze vom peripherischen Zellenkörperende entspringen, wonach dieses Ende mit den Dendriten allmählig lang ausgezogen wird (Taf. XV, Fig. 1). Es liegt in diesen Fällen offenbar ein analoger Entwicklungsvorgang vor.

Ferner führten die oben besprochenen Verhältnisse den Gedanken auf die von DISSE in Spinalganglien der Amphibien gefundenen multipolaren Zellen. Da ich dort nie solche Zellen mit Sicherheit gesehen habe — ich sah zwar zuweilen Bilder, die auf das Vorhandensein derselben hindeuteten, konnte aber nie die Möglichkeit einer compakten Färbung mehrerer zusammengebackener bipolarer Zellen sicher ausschliessen — und da die Beschreibung sowie die Figuren keine genauen Anhaltspunkte geben, so werde ich hier auf einen Vergleich verzichten.

Was nun zuletzt die *Principien* der Endigungsweise des Gehörnerven betrifft, so scheinen dieselben, wie oben angegeben wurde, besonders durch die mittelst der Golgi'schen Methode gewonnenen Resultate festgestellt zu sein. Für die *Schnecke*, und ganz besonders das *Corti'sche Organ*, haben die wiederholten Untersuchungen von *mir* und VAN GEHUCHTEN meine früheren Angaben, dass hier kein direkter Zusammenhang der Nervenfasern mit den Haarzellen vorkommt, völlig bestätigt; ich habe für die *inneren* Haarzellen ein Umstricken derselben von frei endigenden verästelten Nervenfaserenden nachgewiesen; was die *äusseren* Haarzellen betrifft, so habe ich dargethan, dass es *zwei* Arten von Nervenfasern giebt, von denen die eine beim Eintritt in das Corti'sche Organ Verästelungen darbietet, wonach die Aeste das Organ in radialer Richtung durchziehen und zwischen den äusseren Haarzellen frei endigen, die andere aus Nervenfasern besteht, welche das Corti'sche Organ ohne Verästelung radial durchlaufen, um hierauf zwischen den äusseren Haarzellen angelangt, in die Zwischenräume einer der Reihen derselben einzutreten und dann in »spiraler» Richtung, d. h. parallel der Axe des Ductus cochlearis, eine Strecke, fortwährend unverästelt, nur etwas gezackt, fortzusetzen und hernach unter geringer Endverzweigung frei zwischen den Haarzellen zu endigen. Gerade in Betreff dieser Endigung sind aber noch eingehendere Untersuchungen wünschenswerth, ebenso auch in Betreff des numerischen Verhaltens der diesen Fasern anliegenden Haarzellen. Hier sind gewiss genauere Detailforschungen von Bedeutung, und es dürfte hier auch noch Manches zu entdecken sein.

Was die *Maculæ* und *Cristæ acusticæ* betrifft, so wurden, wie oben hervorgehoben ist, meine älteren Angaben durch die Golgi'sche Methode bestätigt und präcisirt, und zwar von *mir* selbst, aber auch gleich danach unabhängig von mir von VAN GEHUCHTEN. RAMÓN Y CAJAL und VON LENHOSSÉK, welche die Schnecke und das Corti'sche Organ nicht untersucht zu haben scheinen, wenigstens keine Angaben darüber veröffentlicht haben, bestätigten indessen die Befunde der freien Endigungsweise in den Maculæ und Cristæ acusticæ. Doch scheint mir VON LENHOSSÉK zu viel Gewicht auf die horizontale Ausbreitung der Nervenfasern unter den Haarzellenenden gelegt zu haben. Dass hier in der That viele Nervenfasern horizontal oder der Oberfläche parallel verlaufen, ist eine längst bekannte Thatsache. Aus ihnen aber ein besonderes »Stratum plexiforme» zu machen, von der Art, wie es der geehrte Forscher beschreibt und abbildet, ist doch meiner Ansicht »des Guten zu viel». Da ich das Gehörorgan der verschiedenen Wirbelthierclassen schon seit Jahrzenten durchforscht und in den letzteren Jahren mit der Golgi'schen Methode Hunderte und wieder Hunderte von gut gelungenen Präparaten durchgemustert habe, so dürfte ich in dieser Hinsicht wohl eine gewisse Erfahrung und Ueberzeugung gewonnen haben. Die vielen von mir schon veröffentlichten Abbildungen, welche nach der Natur, ohne Zusammenführung mehrerer Bilder, gezeichnet worden sind, stellen die Verhältnisse in ihren verschiedenen Variationen dar. Die oben in der Mittheilung über die Endigungsweise der Gehörnerven bei den Ophidiern gelieferten Abbildungen sind auch in dieser Hinsicht erläuternd. Die Nervenfasern verästeln sich sowohl vor ihrem Eintritt in das Epithel wie nach demselben, und die Theiläste durchlaufen die unteren Epithelzonen bald senkrecht, bald schief, bald auch, nachdem sie eine Strecke »horizontal» gelaufen sind. Die unteren Partien des Epithels enthalten deshalb eine bedeutende Menge von sich verästelnden Nervenfasern, unter denen ja auch einige absteigende vorkommen. Unterhalb der Haarzellen sind zwar die meisten Fasern vorhanden; von einem »Stratum» kann man jedoch kaum sprechen, da sie auch hier in sehr verschiedener Tiefe verlaufen. Höchstens wäre ein solches in den Maculæ einzuräumen, wo die horizontalen Fasern zahlreicher vorkommen; in den Cristæ aber nicht.

Bei meinen älteren Darstellungen vom Bau des Hörepithels war ich, um die Beschreibungen zu erleichtern, mehrmals darauf bedacht, eine Eintheilung derselben in Schichten vorzuschlagen, ich stand aber davon ab, weil eine solche nur künstlich ausfallen konnte. Die Fadenzellen oder Stützzellen durchlaufen ja alle Schichten, gehören also allen Schichten an und tragen ihre Kerne in der Regel nicht nur basal, sondern in der ganzen Zone unter-

halb der Haarzellen. Deshalb kann man diese untere Schicht nicht die Faden- oder Stützzellenzone benennen. Die Nervenfasern durchlaufen sowohl die untere wie die mittlere und obere Schicht, obwohl sie in der zweiten reichlicher vorkommen. Also sollte man, um eine Eintheilung durchzuführen, eine obere oder »Haarzellenschicht» und eine untere oder »Fadenzellenkernschicht» (Stützzellenkernschicht) annehmen; ein besonderes Stratum nerveum plexiforme scheint mir dagegen, aus angeführten Gründen, nicht annehmbahr zu sein, wenigstens trifft es für die Cristæ nicht zu, wo, wie auch grösstentheils in den Maculæ, die Nervenfasern sich gleich alten Kirchenleuchter in das Epithel hinauf erheben, um jede eine gewisse Anzahl von Haarzellen von unten her zu umgreifen, und wo die horizontalen Aeste nicht besonders zahlreich sind.

Was nun die zwischen den Haarzellen *emporsteigenden Fasern* betrifft, so hat offenbar von Lenhossék zu wenige von ihnen gesehen und abgebildet. Aus meinen äusserst zahlreichen Präparaten von den Maculæ und Cristæ acusticæ des Gehörorgans der Repräsentanten verschiedener Wirbelthierklassen geht meiner Ansicht nach hervor, dass diese emporsteigenden Fasern sehr zahlreich sind und oft bis in die Nähe der Oberfläche des Epithels, zuweilen sogar in diese selbst emporsteigen. Diese emporsteigenden Fasern sind aber nicht nur Seitenäste oder Nebenäste der in dem »Stratum plexiforme» verlaufenden Horizontalfasern, sondern, wie ich es in meinen Abbildungen dargestellt habe, die wahren *Endäste* der sich dichotomisch verzweigenden und in der Regel »kirchenleuchterartig» emporsteigenden Nervenfasern, obwohl hin und wieder, v. A. in den Maculæ, eine Anzahl von Zweigen unter den Haarzellen eine Strecke »horizontal» verlaufen können. Auf das *reichliche* Vorkommen dieser zwischen den Haarzellen mehr oder weniger hoch emporsteigenden und sie umstrickenden Nervenfaserenden lege ich ein besonderes Gewicht.

Die jetzt besprochenen Differenzen zwischen meinen Ansichten und denen meines geehrten Freundes sind indessen im Verhältniss zu der *principiellen* Frage von der freien Endigung der Fasern des Gehörnerven, in welcher wir vollständig auf demselben Standpunkte stehen, was für mich besonders erfreulich ist, von untergeordneter Bedeutung. Diese Uebereinstimmung ist nämlich wichtig deshalb, weil das fragliche Verhalten der Hörnervenenden den neuen Lehren eine grosse Stütze giebt. Wäre hier zwischen den peripherischen Fortsätzen (Dendriten) der bipolaren Ganglienzellen des Acusticus und den Haarzellen ein direkter, von vorn herein vorhandener Zusammenhang vorhanden, so wäre dies für die ganze neue Anschauungsweise von fundamentaler Bedeutung. Dieses würde dem ganzen Gebäude einen kräftigen Stoss geben. Deshalb ist es auch bedeutungsvoll, das Van Gehuchten unabhängig von mir dasselbe gefunden, und dass der Meister der modernen Nervenhistologie, Ramón y Cajal, sich auf das Bestimmteste von der Richtigkeit der genannten Endigungsweise überzeugt hat. In einer Beziehung weiche ich aber von dem letzteren Forscher ab. Die von ihm dargestellte Endigung von Nervenfasern am Dache der Ampullen habe ich in meinen äusserst zahlreichen Präparaten bis jetzt nie finden können. Ebenso sah ich bei meinen vieljährigen Untersuchungen auf diesem Gebiete auch nie Nervenfasern dahin gehen, um dort zu endigen.

Oben habe ich die *freie* Endigungsweise der Nervenfasern zwischen den Haarzellen betont. Dadurch wird aber die *innige Berührung* der beiden Elemente keineswegs aufgehoben. Eine solche Berührung, resp. Anheftung, habe ich im Gegentheil schon in meinen Darstellungen in dem Werke »Das Gehörorgan der Wirbelthiere» (1881—84) eingehend beschrieben, und zwar nicht nur in den Maculæ und Cristæ, sondern auch in dem Corti'schen Organe.

8.

Kürzere Mittheilungen.

(Taf. XXV, Fig. 5—11; Taf. XXVI und XXVII.)

I. Zur Kenntniss des Ependyms im menschlichen Rückenmark.

(Taf. XXVI, Fig. 1—4.)

Cilienfortsätze an den Ependymzellen des Centralkanales im Rückenmark sind seit lange bekannt; ja eine Flimmerbewegung ist hier schon vor mehr als einem halben Jahrhundert gesehen worden.

Erst durch die Golgi'sche Färbungsmethode gewann man eine richtige Anschauung von der Vertheilung und dem Aussehen der Cilien, indem von Lenhossék[1] zeigte, dass jede Ependymzelle nur *ein* Haar trägt, und zwar eine nach der Golgi'schen Behandlung intensiv geschwärzte, starre, oft auffallend lange an ihrem verdünnten Ende in der Regel hakenförmig umgebogen erscheinende Borste, die jedoch nicht als Flimmerhaar aufgefasst werden kann. In den Fig. 2 und 3 seiner citirten Mittheilung hat er Abbildungen von diesen Borsten gegeben, woraus indessen ersichtlich ist, dass er die Länge derselben nicht bedeutender als etwa doppelt so lang wie den Kern der Ependymzellen gefunden hat; in seiner Fig. 2 (Querschnitt des Rückenmarks eines 23 Cm. langen menschl. Embryos) sieht man die fraglichen Borsten von ungefähr gleicher Länge an den rings um den Kanal befindlichen Ependymzellen, und nur am hintersten Theil (hinterem Ependymseptum) sind keine Borsten angegeben. von Kölliker vertheidigte dann in seinem Handbuch der Gewebelehre (6. Aufl., 1893) die auch von ihm gesehene Flimmerung des Ependyms. In dem V. Bande meiner Biologischen Untersuchungen habe ich[2] die ciliaren Fortsätze der Ependymzellen des Centralkanales in ähnlicher Weise wie von Lenhossék dargestellt. Aber schon im vorigen Herbste (1893), wo ich das Rückenmark menschlicher Embryonen von neuem untersuchte, traf ich Bauverhältnisse an, welche mein Erstaunen erweckten; ich bildete eine Reihe solcher Präparate ab, um dieselben in dem nächsten Bande meiner Biolog. Untersuchungen mitzutheilen.

Indessen erschien in diesem Jahre hierüber eine Abhandlung von Prenant[3]; dieser Forscher kam auf Grund von Untersuchungen an Embryonen von dem Schaf und dem Menschen, die mit Kleinenberg'scher oder Flemming'scher Flüssigkeit behandelt waren, in Betreff der Frage von der Verengerung des Centralkanales im Rückenmarke zu dem Schlusse, dass dies nur durch die Obliteration der hinteren Spalte geschieht, wie auch schon früher von einigen Anderen angenommen wurde. Er zeigte aber zugleich, dass es offenbar die ventrale Region des primitiven Kanals ist, welche persistirt; in Uebereinstimmung damit sah er die Ependymzellen dieser Region besser ausgebildet und *allein* Cilien tragend; an den Seitenpartien der Ventralregion fand er nur in Ausnahmefällen Cilien. Die Cilien der Ventralregion treten zuerst bei 24 Mm. langen Schafembryonen auf, sie sind später äusserst lang, gehen von konischer Basis aus und bestehen vielleicht aus einem Pinsel von Fasern; sie tauchen in die den Kanal

[1] M. von Lenhossék, Zur Kenntnis der Neuroglia des menschlichen Rückenmarks. Verhandl. d. Anatom. Gesellschaft auf d. 5. Vers. in München 1891.

[2] Gustaf Retzius, Studien über Ependym und Neuroglia. Biolog. Untersuchungen, N. F., Bd V, 2, 1893.

[3] A. Prenant, Critériums histologiques pour la détermination de la partie persistante du canal épendymaire primitif. Internat. Zeitschr. für Anat. und Phys. Bd 11, 1894.

ausfüllende koagulirbare Flüssigkeit ein. Was die Länge der Cilien betrifft, so bildet PRENANT sie *höchstens* als 5—6 Mal länger als die Kerne der Ependymzellen ab; nähere Angaben darüber finde ich bei ihm nicht.

Bei meinen neuen Untersuchungen an den nach der Golgi'schen Methode behandelten menschlichen Embryonen hatte ich nun im Rückenmarkskanal gefunden, dass die centralen Fortsätze (»die Cilien») der Ependymzellen eine viel bedeutendere Länge haben, als man bisher angenommen hat. Sie sind in der That »kolossal», indem sie fast die ganze Spalte ventro-dorsalwärts durchlaufen. Fig. 4 der Taf. XXVI giebt einen Querschnitt vom Lendenmark eines 19½ Cm. langen menschlichen Embryos wieder; man sieht jede Ependymzelle des ventralen Kanalumfanges dorsalwärts eine feine geschwärzte Faser aussenden, die bis in die Nähe des gegenwärtigen hinteren Umfangs reicht. Ausser den gefärbten Fasern sieht man im ganzen Lumen des Kanals eine undeutlich feinfaserige Structur; diese Ausfüllungsmasse hat das Aussehen einer körnig-fibrillären koagulirten Masse, doch glaube ich, dass diese körnig-fibrilläre Beschaffenheit derselben hauptsächlich von den zahlreichen Haaren der Ependymzellen herrührt.

Auch in etwas späteren Stadien der Entwicklung, wo die Kanalspalte sich hinten noch mehr schliesst, findet man diese kolossalen Cilien. In der Fig. 1, welche einen Querschnitt vom Rückenmarke eines 28 Cm. langen menschlichen Foetus wiedergiebt, sieht man von den Ependymzellen des ventralen Umfangs — aber auch von den anstossenden Seitenwänden — je ein sehr langes Haar entspringen und dorsalwärts ziehen; die weiter hinten belegenen Ependymzellen schicken nur kürzere Fortsätze aus. In der Halsregion desselben Foetus, wo die ganze Kanalspalte noch lang war (Fig. 2 der Taf. XXVI), konnten die Faserfortsätze der ventralen Wand ebenfalls weite Strecken verfolgt werden. Und im Dorsalmark, wo die hintere Spalte sich obliterirt zeigte (Fig. 3 ders. Tafel), reichten die Fortsätze weit nach der gegenwärtigen hinteren Wand hin; auch hier gingen von den Ependymzellen der Seitenwände Fortsätze aus, die jedoch etwas kürzer waren; dagegen zeigten die weiter hinten vor der obliterirten Spalte befindlichen Ependymzellen nur kurze und höckerig gestaltete Fortsätze.

Aus dieser Darstellung geht hervor, dass im Centralkanal menschlicher Embryonen und Foetus die Ependymzellen der ventralen Wand und der anliegenden Partien der Seitenwände relativ *kolossale,* feine, unverästelte Fortsätze nach dem Lumen des Kanals hin senden, und zwar jede Zelle einen solchen Fortsatz. Diese Fortsätze ziehen in etwas gewundenem Verlaufe dorsalwärts hin und bilden einen reichlichen Faserzopf, der das Lumen des Kanals beinahe ausfüllt. Meine Befunde stimmen also in der Hinsicht mit denen PRENANT's überein, dass es gerade die ventrale Wand ist, welche die cilientragenden Ependymzellen besitzt; die »Cilienfortsätze» dieser Zellen sind aber noch bedeutend länger, als PRENANT annimmt und auch VON LENHOSSÉK und *ich* früher angenommen haben. Ich muss gestehen, dass ich meinen Augen nicht glauben wollte, als ich sie zuerst sah. Aber auch von den Seitenwänden gehen Fortsätze aus, die sich sogleich dorsalwärts umbiegen und dem übrigen Fortsatzstrom nach hinten hin folgen; diese Fortsätze scheinen im ganzen etwas kürzer zu sein.

Wie sich diese Fortsätze sowohl in noch jüngeren wie in älteren Stadien verhalten, darf ich, auf Grund von Mangel an gutem Material, nicht entscheiden.

Ob nun diese »Kolossalcilien» wirklich flimmern, weiss ich ebenfalls nicht; es wäre in der That merkwürdig, wenn sie Platz dazu finden könnten.

II. Zur Frage von den freien Nervenendigungen in den Spinalganglien.

(Taf. XXVI, Fig. 5.)

In seiner Mittheilung vom Jahre 1886 über die Methylenblaureaction der lebenden Nervensubstanz, welcher bahnbrechenden Mittheilung leider keine ausführliche, durch Abbildungen verdeutlichte Darstellung desselben Autors folgte, erwähnte EHRLICH[1] kurz, dass beim Frosche »die Spinalganglien ähnlich gebaut sind wie die sym-

[1] P. EHRLICH, Ueber die Methylenblaureaction der lebenden Nervensubstanz. Deutsche Med. Wochenschrift. N:o 4, 1886.

pathischen, indem beide eine Oberflächenendigung und einen geraden Fortsatz besitzen». Bei seinen Versuchen mit der Methylenblaufärbung hatte er nämlich an den fraglichen Zellen »eine zweite intensiv blau violette Oberflächenendigung, die eine Modifikation der am Sympathicus gefundenen Verhältnisse darstellt», indem sie nur einen kleinen Raum der Zellenfläche einnimmt und einen weit einfacheren Bau sowie kolossale Varikositäten und Endknöpfe darbietet, angetroffen; die Fasern, aus denen diese Endigung hervorgeht, sind ausserordentlich fein.

Aronson[1] untersuchte mit derselben Methode die Spinalganglien des Kaninchens und entdeckte »bei ausserordentlich gut gelungenen Präparaten» »an einzelnen Ganglienzellen deutliche Spuren einer bestehenden zweiten Oberflächenendigung». »Man sah sehr feine blaugefärbte Fäserchen, die sich theilten und in verhältnissmässig grosse Endgebilden von verschiedenartiger Form übergingen. Diese Oberflächenausbreitung», fügt Aronson hinzu, »ist jedenfalls ganz anders gestaltet wie die bei den sympathischen Ganglienzellen.» Nervenfasern, die mit diesen Endramifikationen zusammenhingen, gelang es ihm nie aufzufinden.

In den Jahren 1887 und 1888, als ich mich vielfach mit den Applicationen der Methylenmethode beschäftigte, versuchte ich oft, die von Ehrlich angegebene Färbung der Spinalganglienzellen zu bekommen. Einige Mal glaubte ich in der That ein solches Oberflächennetz zu sehen, die Färbung desselben verschwand aber, besonders nach dem leisen Druck, welcher für eine genaue Besichtigung des Präparates unumgänglich war, so bald, dass ich in dieser Frage nie eine sichere Ueberzeugung gewinnen konnte, weshalb ich auch nichts darüber mitgetheilt habe.

Um so mehr interessirte mich deshalb die Mittheilung von Ramón y Cajal[2] über ganz ähnliche Bauverhältnisse, die er mit der Golgi'schen Methode in den Spinalganglien der Ratte entdeckt hatte. Er sah in diesen Ganglien verästelte feine Nervenfasern, die offenbar durch die vordere oder äussere Partie des Ganglions eintraten und wahrscheinlich aus dem sympathischen System stammten, sich zu den Nervenzellen begeben und dieselben mit feinen Endplexus umspinnen.

In den recht zahlreichen späteren Schriften, welche den Bau der Spinalganglien behandeln, habe ich keine neuen Angaben über diese verästelten und in den Ganglien endenden Nervenfasern gefunden. Van Gehuchten[3] erwähnte nur, dass er in seinen zahlreichen Präparaten von Spinalganglien nie das Glück hatte, die perizellulären Nester (Endkörbchen) von Ramón y Cajal anzutreffen, obwohl er mehrmals zugleich die sympathischen Nervenfasern gefärbt fand und sie einmal sogar bis zum Spinalganglion verfolgen konnte; hier biegten sie sich um und verliessen das Ganglion; er wollte aber die Beobachtungen des genannten Forschers nicht in Zweifel ziehen. Dagegen wiederholt Ramón y Cajal[4] in der französischen Ausgabe seiner Uebersicht der neuen Lehren seine früheren Mittheilungen. Nachdem er zuerst erwähnt hat, dass an den Zellen der Spinalganglien, zwischen der Kapsel und der Zellenoberfläche, ein feines perizelluläres Geflecht vorhanden ist, welches sich von einer Nervenfaser unbekannten Ursprungs fortsetzt, sagt er: »In der That sieht man in die Spinalganglien der Wirbelthiere Nervenfasern eintreten, welche längs den Rami communicantes bis zu dem unmittelbar anliegenden sympathischen Ganglion verfolgt werden können. Diese Fasern sind dick und geben nach dem Eintritt in das Spinalganglion drei oder vier Zweige ab. Einzelne unter ihnen scheinen sich im Inneren des Ganglions zu verlieren, wo sie sich vielleicht mit den perizellulären Verästelungen vereinigen; die übrigen sympathischen Aeste mischen sich aber in die vordere Wurzel ein und scheinen durch Vermittelung derselben das Rückenmark zu erreichen, wo sie vielleicht frei endigen. Da es uns nicht gelungen ist, diese letzteren Fasern bis an das Rückenmark zu verfolgen, stellen wir diese Ansicht nur als eine Wahrscheinlichkeit, nicht als eine Thatsache dar.»

Ich muss gestehen, dass ich bei den Untersuchungen der Spinalganglien mittelst der Golgi'schen Methode, mit welchen ich mich oft, und zwar bei verschiedenen Repräsentanten aller Wirbelthierclassen, beschäftigte, diesem Ehrlich-Cajal'schen Endplexus um die Ganglienzellen stets eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt habe, bisjetzt aber ohne andere derartige Zeichnungen als eine Art »Pseudoplexus», d. h. eine Art Zeichnungen an der Kapsel der Zellen, nachweisen zu können, die ich nicht für Nervenfaserplexus ansehe. Ein so scharf beobachtender Forscher wie Cajal kann aber nicht durch solche Bilder irregeleitet sein. Deshalb kann ich meine

[1] Hans Aronson, Beiträge zur Kenntnis der centralen und peripheren Nervenendigungen. Inaugural-Dissertation. Berlin 1886.

[2] S. Ramón y Cajal, Sobre la existencia de terminaciones nerviosas pericelulares en los ganglios nerviosos raquidianos. Pequeñas comunicaciones anatomicas. Dic. 1890, Barcelona.

[3] A. Van Gehuchten, Nouvelles recherches sur les ganglions cérébro-spinaux. La Cellule, t. 8, 1892.

[4] S. Ramón y Cajal, Les nouvelles idées sur la structure du système nerveux chez l'homme et chez les vertébrés. Paris 1894.

negativen Befunde bis auf Weiteres nur durch eine Schwerfärbbarkeit dieser Plexus erklären. In Betreff der von CAJAL beschriebenen, in die Spinalganglien eindringenden und sich darin verästelnden sympathischen Nervenfasern ist mir lange Zeit dasselbe Schicksal zu Theil geworden. Ich habe grosse Reihen von Spinalganglienschnitten von verschiedenen Thierarten durchmustert, ohne etwas davon zur Ansicht zu bekommen, bis ich endlich in einem Ganglion eines 17 Tage alten Kaninchenembryos einige Fasern wahrnahm, welche zu der fraglichen Kategorie hinzuführen sind. In der Fig. 5 der Taf. XXVI liegt davon eine Abbildung vor. Hier ziehen nämlich Fasern durch das Ganglion, welche feine und zwar wiederholte Verästelungen abgeben, bei denen sogar Endverästelungen vorzukommen scheinen. Ob nun diese Fasern, wie CAJAL hervorhebt und wie aus seiner Abbildung vom Jahre 1890 hervorgeht, aus dem sympathischen Zweig in das Ganglion gelangen, konnte ich nicht darlegen. Ich konnte sie wohl theilweise bis in den peripherischen Zweig des Ganglions und sogar auch eine Strecke in die hintere Wurzel hinein verfolgen, aber nicht weiter, was ja auch mit den Angaben CAJAL's übereinstimmt, der es in der That als wahrscheinlich ansieht, dass diese sympathischen Fasern in das Rückenmark eindringen und dort frei endigen.

Ich sah die Endverästelungen der Seitenzweige dieser Fasern in dem Spinalganglion nie Endkörbchen um die Ganglienzellen, sondern nur freie Ausbreitungen bilden.

Ich habe diesen Befund hier veröffentlicht, um die Aufmerksamkeit mehr als dies bisher geschehen ist, auf die höchst interessante und gewiss sehr wichtige Frage zu lenken. Meine zahlreichen negativen Resultate kann ich nur in der Weise erklären, dass die fraglichen, in den Spinalganglien frei endigenden Nervenfasern entweder nur selten, vielleicht nur in gewissen Ganglien vorkommen, oder auch äusserst schwer färbbar sind. Ob sie dann mit den ebenfalls so schwer demonstrirbaren »Endkörbchen», den perizellulären Plexus, der Ganglienzellen in Verbindung stehen, was wohl von vornherein als wahrscheinlich anzunehmen wäre, ist noch zu entscheiden.

III. Ueber die Endigungsweise der Nerven an den Haaren des Menschen.

(Taf. XXV, Fig. 5—9.)

Meine früheren Untersuchungen über die Endigungsweise der Nervenfasern an den Haaren, die mit der Golgi'schen Methode ausgeführt wurden, bezogen sich auf die Verhältnisse bei der Maus und dem Kaninchen. Bei der *Maus* (Lippenhaut, Kopfhaut, Ohr) hatte ich die vorher in demselben Jahre von VAN GEHUCHTEN[1] mit derselben Methode dargestellten, hoch oben liegenden Nervenringe mit auf-, resp. absteigenden Endästen getroffen[2]; beim *Kaninchen* (Ohr) sah ich ebenfalls eine hoch oben am Haar (unter der Talgdrüse) belegene, aber reichlichere, unregelmässigere Verästelung. An den mit cavernöser Scheide versehenen Haaren (Maus) fand ich auch eine sehr reichliche Verästelung mehrerer Nervenfasern, welche, meistens von unten her kommend und die cavernöse Scheide durchspinnend, auf der äusseren Wurzelscheide verästelt endigten. Stets lag die Nervenverästelung an der Aussenseite der Glashaut; nur ein einziges Mal konnte ich das Eindringen eines Astes durch dieselbe in die äussere Wurzelscheide constatiren. Nie sah ich Nervenfasern in die Haarpapille eindringen und dort endigen. Die ausführlichere Abhandlung von VAN GEHUCHTEN[3], welche mir in dem folgenden Jahre (Nov. 1893) durch die Güte des Verfassers zugesandt wurde, enthielt eine eingehende Bestätigung seiner eigenen früheren Angaben und auch der meinigen in Betreff der Nervenendigung an den cavernösen Haaren. VAN GEHUCHTEN's Untersuchungen waren an der weissen *Ratte* und der weissen *Maus* ausgeführt.

Ich hatte schon zu jener Zeit mehrmals versucht, die Nervenendigungen der *menschlichen* Haaren zu färben, aber vergebens. Ich wandte dazu sowohl jüngere wie ältere Foetus und neugeborene Kinder an und experimen-

[1] A. VAN GEHUCHTEN, Contributions à l'étude de l'innervation de poils. Anatom. Anzeiger. Jahrg. 7, Mai 1892.
[2] GUSTAF RETZIUS, Ueber die Nervenendigungen an den Haaren. Biol. Unters. v. Gustaf Retzius, N. F., Bd IV, 1892 (December).
[3] A. VAN GEHUCHTEN, Les nerfs des poils. Mémoires de l'Acad. royale de Belgique, T. 49, 1893.

tirte sowohl mit der behaarten Haut des Kopfes wie mit derjenigen der Lippen, der Nase, der Wangen, des Ohres, der Finger und der Zehen, aber stets vergebens.

Am Anfang dieses Jahres gelang es mir endlich bei einem 19.5 Cm. langen *menschlichen Embryo* eine Reihe von schönen Präparaten von Nervenendigungen in der Lippenhaut zu bekommen, und ich theile hier unten in den Fig. 5—9 der Taf. XXV Abbildungen einiger derselben mit. Die Fig. 5, 6, 7 und 8 geben die typischen Verhältnisse wieder. Man findet unter der durch die Talgdrüse verursachten Ausbuchtung die gewöhnliche annuläre Einschnürung und unter ihr eine noch stärkere ringförmige Ausbuchtung, einen annulären Wulst. An dieser Stelle breitet sich die von der Seite oder von oben herantretende Nervenfaser unter reichlicher dichotomischer Verästelung aus. Diese schöne Verästelung mit ihren zahlreichen, nach verschiedenen Richtungen hin ausstrahlenden und frei endigenden Fäserchen umstrickt den annulären Wulst, indem die Fäserchen, wie bei der Maus und dem Kaninchen, auf der Glashaut bleiben, ohne dieselbe hindurchzudringen. Einzelne Fäserchen treten aus der annulären Rinne von unten her auf die Talgdrüsenausbuchtung hinauf, ein Verhältniss, das ich zuweilen auch bei der Maus und dem Kaninchen angetroffen hatte.

Unter den mit solchen gefärbten Nervenfasern versehenen Haaren der Lippenhaut des menschlichen Embryos fand ich auch ein Haar, welches eine ganz andere Art von Nervenendigung darbot und mein Erstaunen erweckte. Es hatte nämlich seine *Nervenendigung in der Haarpapille.* Ich habe es in der Fig. 9 der Taf. XXV abgebildet. Man sieht hier die Nervenfaser, an der äusseren Wurzelscheide hinabsteigend, am unteren Umfang des Bulbus einige kleine Aeste abgeben und dann von unten her und unter reichlicher Verästelung, wieder in die Papille emporsteigen. Die freien Endfasern spinnen sich theils um die Papille, theils um den unteren Umfang des Bulbus aus. Hier liegt also eine echte *bulbo-papilläre Nervenendigung* vor. Eine andere Nervenendigung war bei diesem Haar nicht zu entdecken; es war unter allen den mit gefärbten Nervenendigungen in den Präparaten vorkommenden Haaren das einzige, welches diese bulbo-papilläre Endigungsweise darbot. Ich betrachtete es also als einen zwar sehr interessanten, aber anomalen Fall.

Neulich, als der Druck dieses Bandes bereits begonnen hatte, erhielt ich eine erst kürzlich erschienene Abhandlung von Orru,[1] in welcher er Van Gehuchten's und meine Beschreibungen über die Endigungsweise der Nerven an den Haaren bestätigt, aber ausserdem noch Nervenendigungen in den Papillen schildert und abbildet. Seine Untersuchungen beziehen sich indessen nicht auf die Verhältnisse beim Menschen, sondern auf diejenigen beim Meerschweinchen.

IV. Einige Beiträge zur Kenntniss der intraepithelialen Endigungsweise der Nervenfasern.

(Taf. XXVII.)

In dem vierten Bande dieses Werkes[2] habe ich die Ergebnisse einer Reihe von Untersuchungen über intraepitheliale Nervenendigungen bei den Wirbelthieren mitgetheilt. Seitdem habe ich hin und wieder, meist gelegentlich anderer Untersuchungen, Befunde gemacht, welche die früheren Ergebnisse bestätigten und erweiterten. Von diesen Befunden theile ich nun hier einige als Ergänzungen der vorigen Darstellung mit.

1. Was zuerst die Endigungsweise der Nerven in der **menschlichen Haut** betrifft, so habe ich in der eben angeführten Abhandlung ihre intraepitheliale und interzelluläre Endigung in der Lippenhaut eines 35 Cm. langen Foetus dargestellt und durch zwei Abbildungen illustrirt. Ich habe nun diese Endigungen auch in noch jüngerem Stadium, nämlich *bei einem 23.5 Cm. langen menschlichen Embryo,* angetroffen. Die Fig. 1 der Taf. XXVII stellt ein Präparat von diesen Endigungen aus der Lippenhaut dar. Man sieht die feinen knotigen (perlschnurartigen) Nervenfasern (*n*), zuerst theilweise einem Blutgefässe (*bg*) folgend, aus der Cutis in das Rete Malpighii hinausdringen und zwischen dessen Zellen (die in der Figur nur theilweise angedeutet sind) etwa halbwegs nach der Ober-

[1] E. Orru, Ueber die Nervenendigungen im Haar. Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre, Bd 15, 1894.

[2] Gustaf Retzius, Ueber die sensiblen Nervenendigungen in den Epithelien bei den Wirbelthieren. Biolog. Unters., N. F., Bd IV, 5, 1892.

fläche (*o*) emporsteigen, um mit freien interzellulären Verästelungen zu endigen. Eigenthümlicher Weise habe ich diese intraepithelialen Nervenendigungen durch die Golgi'sche Methode bis jetzt nur in der Lippenhaut und dem Urogenitalapparat färben können. Vielleicht werden sie in der erst genannten Partie besonders früh entwickelt, was ja mit Hinsicht auf die bei der Geburt eintretende Säugungsfunction wahrscheinlich ist.

2. In dem **Urogenitalapparat** hatte ich die freien Nervenendigungen schon längst gesehen. In der angeführten Abhandlung[1] beschrieb ich als Beispiel nur die der *Harnblase* (beim Kaninchen), weil mir diese Endigungen besonders interessant erschienen. Seitdem habe ich von ihnen noch eine Reihe schöner Präparate — ebenfalls aus der Harnblase des Kaninchens — bekommen, welche meine vorige Darstellung vollauf bestätigen, so dass ich hier nicht darauf zurückzukommen brauche; die Nervenfasern dringen in diesen Präparaten in der von mir angegebenen Weise in das Epithel hinaus und bilden tangentiale, »arcadenförmige» Ausbreitungen, die nicht bis an die Oberfläche reichen und ihre Aeste meistens nach unten hin entsenden, wo sie frei, und interzellulär endigen. In den früher von mir mitgetheilten Figuren waren die Nervenfasern des Harnblasenepithels in Folge eines Missverständnisses des Stechers etwas zu stark ausgefallen; sie sind nämlich etwas zarter und feiner, oft perlschnurförmig.

In der *Urethra* habe ich nun auch beim *Menschen* eine derjenigen in der Harnblase ähnliche Endigungsweise der Nerven gefunden. In den Fig. 5, 6 und 7 der Taf. XXVII sind Vertikalschnitte des Epithels der Urethra eines 28 Cm. langen männlichen *Menschen*foetus wiedergegeben; die Schnitte stammen aus den unteren (äusseren) Partien der Urethra her. Wie in dem Harnblasenepithel sieht man auch hier die Nervenfasern, nachdem sie in das geschichtete Epithel hinausgetreten sind, sich in meist tangentialer, der Oberfläche des Epithels paralleler, »arcadenartiger» Richtung fortsetzen und die feinen Verästelungen grösstentheils nach unten hin senden, um frei und interzellulär zu endigen.

An der *Eichel* ist beim Foetus bekanntlich eine der Glans und dem Præputium gemeinsame Epithelplatte vorhanden, welche sich erst später durch eine Spalte in zwei Lamellen theilt. Im foetalen Zustande fand ich nun eigenthümlicher Weise *tangential* verlaufende Nervenfasern, welche durch die noch gemeinsame Epithelplatte verliefen und sich bald mehr der einen, bald mehr der anderen Seite näherten. In der Fig. 8 der Taf. XXVII ist ein solches Präparat aus der Eichel eines 28 Cm. langen *menschlichen* Foetus wiedergegeben. Ein Theil der Nervenfasern (*n*) verzweigen sich in dem Bindegewebe unter dem Epithel, ohne noch in dasselbe einzutreten; andere aber ziehen ins Epithel hinein und verlaufen in der eben angegebenen Weise tangential, obwohl gewunden, durch die gemeinsame Epithelplatte, ohne die später eintretende Theilung derselben in zwei Lamellen zu respectiren; nach unten in der Figur sieht man bei *sp* einen Anfang der Spaltenbildung, nach aussen hin, und hier sind die tangentialen Fasern auf die beiden Lamellen vertheilt; bei der fortschreitenden Spaltenbildung müssen also die Nervenfasern theilweise zerrissen werden und die peripherischen Enden dem Untergang heimfallen, falls sie sich dabei nicht »zurückziehen» können.

In den *Labia majora* (Taf. XXVII, Fig. 2—4) traf ich schon beim 23.5 Cm. langen *menschlichen* Embryo die intraepitheliale freie Nervenendigung, ebenso an ihrer Innenseite, in der Nähe der Urethra, solche Endigungen mehr tangential verlaufender Art.

3. Gerne wollte ich die schon längst von anderen Forschern beschriebenen, eigenthümlich gestalteten Nervenendigungen in dem Rüssel des Maulwurfs mit der Golgi'schen Methode untersuchen; es gelang mir aber bisjetzt nicht, das passende Material zu erhalten. Indessen untersuchte ich die Nervenendigung im *Rüssel des Schweines,* wo ich bei dem Foetus, wie zu erwarten war, nur die gewöhnliche, intraepitheliale, interzelluläre Endigungsweise der Nervenfäserchen fand. In der Fig. 9 der Taf. XXVII habe ich ein solches Präparat abgebildet.

4. Unter anderem versuchte ich mit der Golgi'schen Methode auch die Nervenendigung in den Grandry'schen Körperchen der Entenzunge darzulegen. Bei noch nicht ausgeschlüpften Embryonen gelang mir dies nicht; ob dies davon herrührte, dass die Nervenenden noch nicht in die Körperchen eingedrungen waren, kann ich nicht entscheiden. Diese Frage in späteren Entwicklungsstadien zu prüfen, fehlte mir das Material. Dagegen gelang es mir, schöne Endverzweigungen der *Epidermisnerven des Entenschnabels* nachzuweisen. Und da in meiner in dem IV. Bande dieses Werkes gegebenen Darstellung von den intraepithelialen Nervenendigungen gerade diejenigen der *Vögel* wegen Mangel an gelungenen Präparaten nur flüchtig berührt werden konnten, so theile ich hier eine

[1] Gustaf Retzius, Ueber die sensiblen Nervenendigungen in den Epithelien bei den Wirbelthieren. Biolog. Unters., N. F., Bd IV, 5, 1892.

Abbildung (Fig. 10 der Taf. XXVII) mit, welche einen frontalen Vertikalschnitt des Oberschnabels (nahe der Kante) wiedergiebt. Man sieht darin die mit den Blutgefässen aufsteigenden, äusserst feinen Fäserchen in die Epidermis des Schnabels austreten, hier unter sehr geringer Verästelung zuerst fast senkrecht emporsteigen und sich dann nach der Seite umbiegen, um eine Strecke, oft unweit der Oberfläche, tangential zu verlaufen und frei und interzellulär zu endigen.

V. Zur Kenntniss der Endigungsweise der Nerven in den Zähnen der Säugethiere.

(Taf. XXVI, Fig. 8 und 9.)

Seit Jahrzehnten habe ich es mit verschiedenen Methoden versucht, dieses Problem endgültig zu lösen. Aber erst durch die Golgi'sche Methode bin ich seiner Lösung allmählig näher gekommen. Zuerst gelang es mir bei den *Reptilien,*[1] wo ich (bei der Eidechse) die verästelten Nervenfasern zwischen den Odontoblasten bis an die Oberfläche der Pulpa verfolgen konnte und sie dort frei endigen sah. In demselben Bande beschrieb ich auch meine Befunde bei den *Fischen,* wo ich ebenfalls die freie Endigungsweise der in die Papille hinaufsteigenden und sich dort frei verästelnden Nervenfasern darzulegen vermochte. Dann beschrieb ich in dem folgenden (V.) Bande dieses Werkes[1] ganz ähnliche Verhältnisse auch bei den *Amphibien.*

Bei den Säugethieren und beim Menschen gelang es mir aber trotz zahlreicher Versuche nicht, zum Abschluss zu kommen. Zwar färbten sich hin und wieder die mit den Pulpagefässen emporsteigenden und sich verästelnden Nervenfasern, aber ihre Endausbreitung blieb ungefärbt. Ich konnte sie nur bis an die Zone der Odontoblasten, aber nicht weiter gegen die Oberfläche hin verfolgen. Nun ist es ja bekanntlich unentschieden, ob die Nervenfasern bis an die Oberfläche der Pulpa ziehen, wie Boll früher angegeben hat — er wollte sie sogar in die Dentinkanälchen hineinlassen —, oder ob sie nur bis unter die Odontoblasten reichen und dort endigen, wie Legros und Magitot annahmen.

Der auf diesem Gebiete meist erfahrene Forscher, von Ebner, äusserte vor einigen Jahren (Histologie der Zähne, Scheff's Handbuch der Zahnheilkunde, 1890): »Ein noch immer nicht genügend aufgeklärter Punkt ist die Endigung der Pulpanerven .... Ich bin aber nicht imstande anzugeben, ob die Nerven zwischen die Odontoblasten selbst eindringen. Es scheint mir dies deshalb sehr zweifelhaft, weil es an Goldpräparaten nicht gelingen wollte, Nervenfäden zu sehen, welche an der von den Odontoblasten entblössten Pulpaoberfläche abgerissen waren.»

In Betreff dieser Frage kann ich nun, auf Grund von Befunden der letzten Zeit, erwähnen, dass es mir schliesslich bei jungen Mäusen gelungen ist, die Nervenfasern nicht nur überall in der Pulpa, v. A. in der Nähe der Blutgefässe, gut gefärbt zu erhalten, sondern ich konnte ihre Aeste auch bis in die Odontoblastenzone hinein und zwischen den Odontoblasten bis an die Oberfläche hin verfolgen. Indessen konnte ich auf den schon fertigen Tafeln nur für die zwei kleinen Figuren (Fig. 8 und 9 der Taf. XXVI) Platz finden. In der Fig. 8 sieht man auf einem Vertikalschnitt die perlschnurartigen Fasern (*n*) zwischen den Odontoblasten bis zur Oberfläche ziehen, um dort frei zu endigen. Oft biegen sie sich, an der Oberfläche angelangt, um und verlaufen eine kleine Strecke tangential; auf Tangentialschnitten kann man sie theilweise verfolgen; in der Fig. 9 sind drei Stücke tangential unter der Dentinschicht verlaufender Endfasern dargestellt.

In diesen Golgi'schen Präparaten des jungen Zahngewebes bekommt man oft auch eine sehr schöne Färbung der sich entwickelnden Dentinkanälchen (Fig. 7 und 8 *d* der Taf. XXVI); diese lassen sich hier zuweilen bis in die Emailschicht (*e*) hinein verfolgen, was sonst recht schwer ist, sicher zu demonstriren. Auch die neu angelegten Emailfasern werden zuweilen gefärbt, wie die Fig. 7 zeigt, was für das Studium von ihrer Richtung, Anordnung und Form von Bedeutung sein kann.

[1] Gustaf Retzius, Zur Kenntniss der Nervenendigungen in den Zähnen. Kleinere Mittheilungen von dem Gebiete der Nervenhistologie. Biolog. Unters., N. F., Bd IV, 8, 1892, und ebenda Bd V, 6, 1893.

VI. Die Pacinischen Körperchen in Golgi'scher Färbung.

(Taf. XXVI, Fig. 6.)

Bei meinen Untersuchungen verschiedener Nervenendigungen mittelst der Golgi'schen Methode versuchte ich es, auch die Vater-Pacinischen Körperchen zu färben. Bei den in dem Unterhautbindegewebe befindlichen gelang mir dies nicht, ebensowenig bei denjenigen der Zunge und des Schnabels der Entenembryonen, wo die Nerven vielleicht noch nicht an ihren Endstationen angelangt waren. Dagegen gelang es mir in zahlreichen Fällen, die im Pancreas junger Katzen (3—4 Wochen) reichlich vorhandenen Körperchen zu färben. In diesem Zustande boten diese Gebilde indessen ein so sonderbares Aussehen dar, dass ich hier nur der Curiosität wegen ein paar Abbildungen von ihnen mittheile (Fig. 6 der Taf. XXVI). Die Endfaser des Körperchens zeigt sich nach Golgi'scher Färbung vollständig geschwärzt; bei näherer Betrachtung sieht man an ihrer Oberfläche innerhalb der Kapselschichten eine Menge schwarzer stacheliger Vorsprünge, die gewissermassen an die Besetzung der Pyramidenzellen des Grosshirns und der Purkinjezellen des Kleinhirns erinnern. Ich habe eine grosse Anzahl solcher gefärbter Pacini'scher Körperchen gesehen; sie boten immer dasselbe Aussehen dar, und zwar sowohl am eigentlichen Ende, wie an der durch den Innenkolben ziehenden Terminalfaser; an dieser letzteren gelang es mir nun, hier und da Stellen zu finden, wo diese merkwürdige moosig-stachelige Färbung aufhörte; dort zeigte sich die Terminalfaser selbst wenig gefärbt und nur mit einer Menge von schwarzen Stacheln besetzt (Fig. 6, links bei *n*). Das eigenthümliche Verhalten kann deshalb nur von einer die Faser umgebenden Masse herrühren. Man könnte die Stacheln nur als Niederschläge des Chromsilbers betrachten, wozu ich zuerst geneigt war. Da die Körperchen aber immer dasselbe Aussehen zeigten, und in den Präparaten keine anderen Niederschläge zu sehen waren — die Pacini'schen Körperchen lagen meistens tief im Pancreasgewebe eingebettet —, so musste ich wieder an structurelle Verhältnisse denken, obwohl dieselben sehr schwer zu deuten sind. Ich erinnere indessen an die vor zwanzig Jahren von *mir* und Key an den Terminalfasern der Pacini'schen Körperchen beschriebene körnige Schicht und an gewisse Bilder, die wir nach der Behandlung derselben mit Silberlösung bekamen; wir fanden die körnige Schicht zuweilen recht dick. Diese Frage bedarf indessen einer weiteren Untersuchung. Ich habe hier die Figuren mitgetheilt, um darauf die Aufmerksamkeit zu lenken, ohne diesmal entscheiden zu wollen, ob »Kunstprodukte» vorliegen, oder ob die Terminalfasern der Pacini'schen Körperchen von einer sehr eigenthümlich gestalteten Scheidenschicht umgeben sind, welche eine stachelig-moosige Beschaffenheit besitzt, was bis auf Weiteres nicht ganz auszuschliessen ist.

VII. Verzweigte quergestreifte Muskelfasern.

(Taf. XXV, Fig. 10 und 11.)

Da ich auf der Taf. XXV ein paar Figuren von quergestreiften Muskelfasern beifüge, so geschieht dies nicht, um neue Thatsachen mitzutheilen, sondern nur um hervorzuheben, dass die Golgi'sche Methode mehreren anderen, noch wenig benutzten Zwecken dienen kann. Ein jeder, welcher sich eine längere Zeit dieser Methode bedient hat, weiss ja schon, dass mittelst derselben sich z. B. *Bindegewebs*zellen in Form und Verbreitung ausserordentlich schön demonstriren lassen; dies gilt v. A. vom embryonalen Gewebe. In der Haut und den Schleimhäuten, in den Nieren, der Leber, den Lungen u. s. w. habe ich also die Formen der Bindegewebszellen seit Jahren studirt, obwohl ich bis jetzt nicht Zeit gefunden habe, etwas über sie mitzutheilen. Wie genau man die Verästelungen der Zellen verfolgen kann, lässt sich aus der Fig. 9 der Taf. XXV ersehen, wo unten bei *bz* zwei embryonale Bindegewebszellen in ihrer Lage unter der Haarwurzel abgebildet sind.

Nicht selten wurden mittelst dieser Methode gefärbte Bindegewebszellen mit Nervenzellen verwechselt. Dies geschah z. B. von Fusari und Panascí in der Zunge in der Umgebung der Geschmackszwiebel (im subkutanen Gewebe). Dasselbe geschah auch von Eberth und Bunge in der Froschhaut. Es sind deshalb bei den Untersuchungen mit der Golgi'schen Methode auch die Bindegewebszellen zu berücksichtigen.

Dass die *glatten Muskelfasern* auch durch die Golgi'sche Methode oft gefärbt werden, ist längst bekannt. Dies gilt aber auch von den *quergestreiften Muskelfasern,* welche Thatsache für das Studium ihrer Formen, ihrer Länge, ihrer Endigungsweise u. s. w. von Bedeutung sein kann. Oft sah ich bei meinen Untersuchungen solche gefärbte Zellen und verfolgte sie bis zu den Enden. Die Endverzweigung schien viel öfter vorzukommen als ich vorher angenommen hatte. In der Fig. 10 der Taf. XXV sind vier Enden von Muskelfasern eines 8-tägigen Hühnerembryos, und in der Fig. 11 sieben solche Enden von einem beinahe ausgetragenen Kaninchenembryo wiedergegeben. Diese letzteren gehörten der Gesichtshaut an, wo die Verästelung der äusseren Enden schon lange bekannt ist. Die verschiedenen Formen der verzweigten Faserenden müssen aber noch genauer studirt werden, wie schon die in der Fig. 10 und 11 dargestellten Fasern zeigen.

9.

Ueber den Bau des Glaskörpers und der Zonula Zinnii in dem Auge des Menschen und einiger Thiere.

Tafel XXVIII—XXXII.

Die beiden histologischen Fragen, die ich in diesem Abschnitte besprechen werde, gehören innig zusammen, und zwar nicht nur wegen der localen anatomischen Nachbarschaft des Glaskörpers und der Zonula, sondern auch wegen der nahen Verwandtschaft derselben bei der foetalen Entwicklung.

Ausserdem ist die diese Fragen berührende ophthalmologisch-histologische Literatur grösstentheils beiden so gemeinsam, dass man die eine kaum ohne Zwang von der anderen trennen kann.

Gerade diese Literatur ist für das Fortschreiten des histologischen Wissens sehr bezeichnend und belehrend. Lange schon ist, in Folge der grossen Bedeutung einer genauen Kenntniss von der Zusammensetzung des Auges, die Forschung darauf gerichtet gewesen, den Bau des Glaskörpers und der Zonula endgültig zu eruiren. Hin und wieder glaubte man in der That den Schlüssel gefunden zu haben. Doch erwies sich der Befund nachher als ein trügerischer. Allmählig drängte indessen »die Zonula-Frage» »die Glaskörperfrage» in den Hintergrund. Durch vereintes Bemühen vieler Histologen und Ophthalmologen näherte man sich, obwohl nur Schritt für Schritt, der Lösung der Zonula-Frage. Hier, wie wohl überall, erwies es sich, dass die Fortschritte v. A. von der Einführung neuer geeigneter Untersuchungsmethoden abhingen. Erst durch die Celloidin-Einbettung wurde es ermöglicht, die Zonulafasern in ihrem Verlaufe und ihren Beziehungen zu anderen Theilen ohne alle Dislocation genauer zu studiren.

Was die »Glaskörper-Frage» betrifft, so ist sie gewiss von ihrer endgültigen Lösung viel weiter entfernt, obwohl nach vielem Schwanken hin und her auch diese Frage manche Lichtpunkte aufzuweisen hat. Unsere Kenntniss vom Bau des Glaskörpers ist in der That noch schwebend und unsicher. Schon ein Blick in unsere Lehrbücher beweist dies zur Genüge. Ein Jeder, der, wie ich, manche Jahre hindurch histologische Vorlesungen zu halten hatte, hat sicherlich erfahren, wie unangenehm es ist, den Schülern bei der Darstellung des Glaskörper-Baues kaum etwas Sicheres demonstriren zu können. Was mich betrifft, so hatte ich zwar in der Glaskörper-Gallerte, die man nach Rudolf Virchow's Vorgange gerne als eine Art von mukösem Bindegewebe auffasste, hin und wieder die auch von anderen Forschern erwähnten faserigen Bildungen wahrgenommen, ohne jedoch ihre Anordnung und Beschaffenheit näher zu kennen. Als ich dann im Frühjahr 1886 bei dem Disputationsacte D:r Erik Nordenson's (Till kännedomen om spontan näthinne-aflossning, Stockholm, Maj 1886) einen der Opponentenplätze angenommen hatte, widmete ich wieder dem Bau des Glaskörpers einige Untersuchungen, und zwar nach Behandlung des Gewebes mit Flemming'scher Flüssigkeit. Zu meinem Erstaunen sah ich nun das ganze Glaskörpergewebe wie einen Filz distinkter Fasern. Später erfuhr ich, dass Hans Virchow schon ein Jahr vorher (in der Versammlung der Ophthalmologischen Gesellschaft in Heidelberg, 1885) einen Vortrag über den Glaskörper gehalten hatte, welcher in ganz derselben Richtung ging, wie meine erwähnten Befunde angaben. Da aber die gedruckte Mittheilung Hans

Virchow's nur ganz kurz (eine Seite lang) ist, so glaubte ich immer, dass der geehrte Verfasser seine Erfahrungen etwas ausführlicher und mit den nöthigen Abbildungen versehen veröffentlichen würde. Dies geschah aber nicht.

Da indessen das Glaskörper-Problem in hohem Grade mein Interesse geweckt hatte, so arbeitete ich in den folgenden Jahren hin und wieder daran. Schliesslich wurde aber diese Arbeit, wie auch verschiedene andere, durch meine Untersuchungen über das Nervensystem zur Seite geschoben. Erst in diesem Jahre habe ich mich entschlossen, wenigstens einen Theil meiner Befunde zu veröffentlichen, die ich nun hier darlege. Ich habe diese kurze Einleitung vorausgeschickt, um das lange Zögern mit der Veröffentlichung dieser Arbeit zu erklären, was sonst eigenthümlich erscheinen müsste, da ich, auf dieser Untersuchung gestützt, in meinen Vorlesungen mehrere Jahre hindurch den Bau des Glaskörpers nach der neueren Anschauungsweise dargestellt hatte. Ich muss aber zugleich gestehen, dass das Zögern noch einen anderen und zwar tieferen Grund hatte. Es war die Furcht, auf diesem intricaten Gebiete zu irren. Man ist ja in dem histologischen Streben immer von der angewandten Behandlungsweise abhängig. Es ist deshalb, v. A. wenn es sich um ein Gewebe wie dasjenige des Glaskörpers handelt, geradezu nothwendig, so viele Controllversuche wie möglich auszuführen. Dies habe ich auch in manchen Richtungen gethan. Bei der folgenden Darstellung werde ich indessen nicht über alle Versuche berichten, sondern nur die sichreren Befunde mittheilen.

Bei der Durchmusterung der ophthalmologischen Literatur finde ich nun, dass in den vergangenen Jahren in Betreff des Baues des *Glaskörpers* zwar nicht viel veröffentlicht worden, jedoch in einigen Punkten allmählig eine Aufklärung eingetreten ist. Hinsichtlich der *Zonula* sind gleichwohl von Histologen und Ophthalmologen mehrere treffliche Arbeiten herausgegeben worden, welche dieses Gebilde in ein helleres Licht gestellt haben, als vor etwa einem Jahrzehnt über dasselbe verbreitet war. In der eigentlich histologisch-anatomischen Literatur scheint aber bisjetzt das also gewonnene Wissen nur zum Theil Eingang gefunden zu haben. Diese Thatsache geht aus der schwankenden, unsicheren Beschreibung der Verhältnisse in mehreren neueren, im Allgemeinen vortrefflichen Lehrbüchern hervor.

Was ich diesmal beabsichtige, ist eine kurz gefasste Darstellung v. A. vom Bau des menschlichen Glaskörpers zu liefern, und zwar unter genauer Sichtung der bisherigen neueren Angaben und Hervorhebung derjenigen, die ich selbst bestätigen konnte. Ausserdem habe ich mir die Aufgabe gestellt, eine Reihe guter *Abbildungen* zu liefern. Gerade auf diesem Gebiete sind nämlich die Abbildungen meistens sehr schlecht, zum Theil sogar sehr unrichtig, im Ganzen aber äusserst sparsam vorhanden. Manche wichtige Theile sind noch nicht in Bildern wiedergegeben. Daraus erklärt sich wohl theilweise das Schwankende in den Darstellungen.

Bei der Durchmusterung der in verschiedenen Zeitschriften, Monographien und Dissertationen enthaltenen Literatur habe ich bemerkt, dass das Meiste, was ich als thatsächlich befunden habe, bald von dem einen, bald von dem anderen Autor, und bisweilen schon vor längerer Zeit angegeben worden ist, obwohl solche Thatsachen nicht selten unter vielem Irrthümlichen eingemischt darliegen. Es wäre gewiss von Interesse, diese in der Literatur enthaltenen Data zusammenzustellen. Dies würde aber hier zu viel Raum beanspruchen, ist auch im Ganzen nicht nöthig, weil ein bedeutender Theil der Geschichte der Frage schon von Anderen dargestellt ist. So findet man z. B. in C. O. Webers Abhandlung vom Jahre 1860[1] eine sich bis auf jene Zeit erstreckende gute Zusammenstellung der das Glaskörpergewebe behandelnden Literatur von Petit, Demours, Zinn, Martegiani, Cloquet, Fr. Arnold, Huschke, Pappenheim, Brücke, Hannover, Bowman und Finkbeiner an bis auf Henle und Kölliker, Virchow und Doncan u. A. Ueber die in den zunächst folgenden Decennien erschienenen Arbeiten haben u. A. Schwalbe und Iwanoff in ihren übersichtlichen Darstellungen und speciellen Abhandlungen klare Zusammenstellungen gegeben.

Ich werde deshalb, mich an die schon vorhandenen geschichtlichen Darstellungen anschliessend, hier nur die wesentlichsten Anschauungen über die Glaskörperstructur andeuten und dann aus der neueren Literatur einige Mittheilungen anführen, die mir als besonders wichtig erscheinen.

Man hat seit langer Zeit sowohl an Augen vom Menschen wie an solchen von verschiedenen Thieren, v. A. Ochsen, Schaf und Schwein, Untersuchungen angestellt, leider aber in den Beschreibungen nicht immer genau angegeben, bei welchem Geschöpf die Ergebnisse gewonnen wurden. Ferner hat man sowohl an frischen Augen

[1] C. O. Weber, Ueber den Bau des Glaskörpers und die pathologischen, namentlich entzündlichen Veränderungen desselben. Virchow's Archiv, Bd 19, 1860.

wie bei in verschiedener Weise erhärteten gearbeitet. Die Untersuchungen wurden theils, besonders in früherer Zeit, auf makroskopischem Wege, theils auch mit dem Mikroskope ausgeführt.

Schon die älteren Anatomen hatten es versucht, den Bau des Glaskörpers an gefrorenen Augen zu eruiren und waren dadurch zu der Auffassung gekommen, dass die Glasfeuchtigkeit (Humor vitreus) von einer sehr dünnen Membran (Membrana hyaloidea s. vitrea), welche sich auch nach innen erstreckt und dort sehr viele »Zellen» bildet, eingeschlossen ist, sowie dass diese Zellen von verschiedener Grösse und Gestalt sind und mit einander durch zahlreiche Poren communiciren. FRIEDRICH ARNOLD bestätigte (1832) diese Anschauungsweise. An gefrorenen Augen »überzeugt man sich», sagt er, »dass, wie DEMOURS und ZINN angegeben haben, die Zellen im Umfang grösser sind als innen und gegen die Linse zu, dass die zarten Wände der einzelnen Zellen kleine tellerartige Vertiefungen bilden, deren convexe Fläche nach aussen, deren concave aber nach innen und vorn gerichtet ist, dass die Höhlen der Zellen hinten geräumiger, vorn enger sind und alle so zu einander liegen, dass sie nach dem hinteren Umfang der Linse gewandt sind, und um diese herum eine Vertiefung lassen, welche man die fossa hyaloidea nennt. Es ist schwer zu bestimmen», fügt ARNOLD hinzu, »ob die Zellen des Glaskörpers mit einander durch Oeffnungen communiciren, denn die Häutchen, welche die Wandungen derselben bilden, sind zu zart, dass man hierüber durch gewöhnliche Mittel ins Reine kommen kann. Blässt man Luft in eine Zelle des Glaskörpers, so dringt diese immer auch in andere ein, und ebenso entleert sich die ganze Glasfeuchtigkeit durch einen Einschnitt an einer kleinen Stelle des Glaskörpers. Hierdurch wird nun zwar obige Annahme wahrscheinlich gemacht; allein man muss dabei immer mit dem Einwurf sich begegnen, dass die so zarten und dünnen Wände der Zellen leicht zerreissen.»

Ich habe diese Darstellung ARNOLD's zo ausführlich wiedergegeben, weil sie, im Anschluss an diejenige ZINN's aus älterer Zeit, schon Manches »in nuce» enthält, was später in verschiedenen Nuancen hervorgetreten ist.

Nachdem dann PAPPENHEIM (1842) durch Härtung des Glaskörpers in Kalibichromat eine concentrische Schichtung des Glaskörpers wahrgenommen hatte, erschienen die berühmten Arbeiten BRÜCKE's (1843—47), in welchen er, durch Niederschläge aus Bleizuckerlösung veranlasst, ein System concentrischer Häute im Glaskörper beschrieb; ferner bestätigte er nicht nur das Vorhandensein der Membrana hyaloidea, sondern er schloss sich auch der Lehre an, dass diese Membran an der Ora serrata mit der Limitans verwächst und sich in zwei Blätter theilt, von denen ein vorderes stärkeres, gefaltetes, Zonula Zinnii, sich an die Linsenkapsel ansetzt, ein hinteres, schwächeres, mit der hinteren Wand der Linsenkapsel verwächst. Von der Hyaloidea aus geht eine Menge von äusserst dünnen Membranen in die Glaskörpersubstanz hinein, die in Ebenen liegen, welche man sich nach allen Richtungen hin durch die gerade Verbindungslinie zwischen der Eintrittsstelle der Arteria centralis retinæ und dem Mittelpunkte der hinteren Linsenoberfläche gelegt denken könne.

Im Jahre 1845 war indessen HANNOVER mit seiner »Entdeckung des Baues des Glaskörpers» aufgetreten, wodurch er bekanntlich nach Chromsäurebehandlung des Auges die Lehre aufstellte, dass der Glaskörper des Menschen aus Sectoren zusammengesetzt sei, die radial um den schon von älteren Anatomen beschriebenen Canalis hyaloideus (Canalis Cloqueti) gestellt sind. Bei den Säugethieren dagegen sei der Glaskörper aus ineinander geschlossenen Säcken gebildet, deren Stellung gleichfalls durch die Richtung des Kanales bestimmt sind. Die Wände der — 180 — Sectoren des Menschenauges bestehen aus structurlosen Membranen, die von der Hyaloidea entspringen. Hinter dem längst bekannten Petit'schen Kanale und der Linse fand HANNOVER noch einen ringförmigen Kanal (den »Hannover'schen Kanal»).

BOWMAN (1848) konnte weder BRÜCKE's noch HANNOVER's Ansichten von der Schichtung des Glaskörpers in der von ihnen angegebenen Weise bestätigen. Nur beim menschlichen Foetus sah er eine radiirende Anordnung, welche mit den Hannover'schen Angaben übereinzustimmen schien. Dagegen entdeckte er im Glaskörper des foetalen Auges bei starker Vergrösserung eine »eigenthümliche fibröse Structur», welche er mit derjenigen des Emailorgans verglich; »die Fasern», sagt er, »vereinigen sich in zahlreichen Punkten, in denen kleine Kernkörnchen (nuclear granules) liegen, welche Oelkügelchen ähneln, in Aether aber unlöslich sind; BOWMAN gab auch eine kleine Abbildung von diesem Netze.

Seitdem sind indessen, obwohl theilweise unter Reservation, die Lehren von BRÜCKE und HANNOVER über die *concentrische,* resp. die *radiäre* Anordnung des Glaskörpergewebes bis in die neueste Zeit in verschiedenen Varianten in den Darstellungen über den Bau des Glaskörpers geblieben, und man trifft die Hannover'schen Fi-

guren noch immer in den Lehrbüchern. Ja Finkbeiner bestätigte (1854) fast vollständig die Angaben Hannover's, sowohl die »Apfelsinetheorie» für das Auge des Menschen, als die »Schachteltheorie» für das Auge der Thiere.

Indessen war (1852) in Betreff der Glaskörperstructur durch Rudolf Virchow eine neue Anschauungsweise angebahnt worden. Bei Erwachsenen gelang es ihm zwar nicht, eine eigentliche Structur zu finden, bei Schweinsembryonen entdeckte er aber ein Schleimgewebe, nämlich eine homogene, an einzelnen Stellen streifige Zwischensubstanz und in ihr in ziemlich regelmässigen Abständen zerstreut runde, kernhaltige, zuweilen mehrkernige, granulirte Zellen, welche denjenigen der Gallerte des Nabelstranges ähnlich waren. Am Umfange fand sich eine feine Haut mit zierlichen Gefässnetzen und einem feinfasrigen areolären Maschenwerk, welches an den Knotenpunkten Kerne enthielt und in dessen Maschen dieselbe Gallerte mit runden Zellen enthalten war. Die weitere Umbildung schien ihm in der Weise stattzufinden, dass die Zellen nachher untergehen und die Interzellularsubstanz allein zurückbleibt. Die Zellen selbst würden als die Bildungsorgane der Interzellularsubstanz zu betrachten sein. Ein einziges Mal fand Virchow sternförmige Zellen im Inneren und in grösserer Zahl.

Kölliker (1852), welcher das Vorhandensein der Hannover'schen Membranen bestritt, hatte in dem Glaskörper der Erwachsenen in manchen Fällen spärliche und undeutliche Zellen angetroffen, und zwar v. A. in den an die Linse und die Hyaloidea angrenzenden Theilen des Organs.

Doncan, welcher seine Untersuchungen unter Donders' Leitung ausführte, unterwarf die Lehren von Hannover und Brücke einer genauen Kritik. Unter der Hyaloidea sah er zerstreute Zellenkörper; im Inneren waren dagegen selten solche zu finden; dicht hinter der Linse traf er beständig grosse, faltige Streifen, zarten Häuten vergleichbar, die von den vorderen Seitentheilen der Hyaloidea auszugehen schienen und in den Augen alter Leute deutlicher waren. Von einem inneren Baue kam indess nichts zum Vorschein. Im foetalen Organe waren die zelligen Elemente häufiger und durch die ganze Masse regelmässig verbreitet. Der Glaskörper wird durch Schleimmetamorphose von Zellen gebildet.

J. Gerlach (1853) war geneigt, für den peripherischen Theil des Menschenauges Brücke's concentrische Schichten und für den centralen Hannover's Sectoren als richtig anzuerkennen. Leydig und Max Schultze sahen im Glaskörper junger Thiere durch Fortsätze anastomosirende Zellen. Das Organ ist nach Leydig, was seine Structur anbelangt, ein Glied der Bindegewebsformen. Noch beim Neugeborenen hat es ein zartes Fachwerk, das beim Foetus zum Theil Blutgefässe trägt; in den Maschenräumen liegt die Schleimsubstanz. Das Fachwerk hat eine gewisse radiäre Anordnung, so dass der Querschnitt dem einer Apfelsine sich vergleichen lässt.

Die im Jahre 1860 in Virchow's Archiv erschienene Arbeit von C. O. Weber schloss sich im Ganzen der Lehre R. Virchow's an. Er sah im Glaskörper nach Chromsäurebehandlung nicht selten ein feines Fadennetz, in dem einzelne feine Knotenpunkte wie Zellenkerne hervortreten; die Substanz besteht aus einem anastomosirenden Zellennetze mit in den Maschenräumen befindlicher Schleimmasse.

Nach Henle (Eingeweidelehre, 1866) bildet der Glaskörper, dessen umgebende Membran er als »Limitans hyaloidea» zur Retina hinführte, eine homogene Substanz von zähflüssiger oder gallertartiger Beschaffenheit, welche nach dem Tode einen ähnlichen Gerinnungsprocess durchmacht, wie das gallertartig geronnene Fibrin; unter dem Mikroskop untersucht erscheint die geronnene Substanz zuerst feinkörnig und, nach längerem Verweilen in der härtenden Flüssigkeit, äusserst fein und parallel-faserig. »Im Inneren des Glaskörpers trifft man zuweilen vereinzelte, einfache oder verästelte, von Spiralfasern umsponnene feine Bindegewebsbündel an, wahrscheinlich Reste der obliterirten foetalen Blutgefässe.» Häufig, namentlich bei jüngeren Individuen, kommen auf ihrer inneren Fläche cytoid-ähnliche Zellen vor.

In der 5. Auflage seiner Gewebelehre äusserte sich Kölliker (1867), im Anschluss an seine früheren und R. Virchow's Auffassungsweise. »Aus diesen Erfahrungen ziehe ich den Schluss, dass der Glaskörper wohl früher einen Bau besitzt, der noch am meisten an embryonale Zellengewebe erinnert, dass aber später, wenigstens in seinen inneren Theilen, jede Spur eines solchen verloren geht und derselbe nur aus einem mehr oder minder dichten Schleime besteht.»

Ich habe jetzt auf eine Arbeit aufmerksam zu machen, welche zu wenig beachtet worden ist, nämlich eine im Jahre 1870 erschienene Arbeit von Ciaccio.[1] »Nach meinen vielfachen Beobachtungen», sagt dieser Forscher,

[1] G. V. Ciaccio, Beobachtungen über den inneren Bau des Glaskörpers im Auge des Menschen und der Wirbelthiere im Allgemeinen. Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre, Bd 10, 1870.

»scheint mir diese innere Structur in hohem Grade einfach. Mit Ausnahme der Hyaloidea und jener eigenthümlichen Zellen, die ihr unmittelbar aufliegen, besteht der Glaskörper ganz und gar aus Fasern und einer sehr durchsichtigen Materie, die etwas klebrig ist und homogen erscheint. Die Fasern sind ausserordentlich zahlreich, dünn, deutlich begrenzt, nicht platt, sondern rund; sie verlaufen nach verschiedenen Richtungen und sind dabei so mit einander verfilzt, dass ein wunderbar feines, unentwirrbares Netz daraus hervorgeht. Da, wo die Fasern ihre Richtung verändern und sich umbiegen, oder da, wo mehrere derselben sich zu einem Bündel vereinigen, das an einer anderen Stelle wieder zerfällt, beobachtet man kleine rundliche Körperchen von gleichem Durchmesser wie die Fasern», die an Fetttröpfchen erinnern, aber in Aether unlöslich sind (BOWMAN's nuclear granules). Kerne sind sie nicht, vielmehr optische Durchschnitte sich umbiegender Fasern. Mit der Hyaloidea hängen die Fasern innig zusammen. Die gallertige Zwischensubstanz wird nach Behandlung mit Chromsäure oder Alkohol körnig (Niederschlag), und viele rundliche Körperchen (Fett) treten auf. Gegen eine durch Reagenzien hervorgerufene künstliche Entstehung der Fasern sprechen die Regelmässigkeit und die scharfen Ränder der Fasern, und ebenso der Umstand, dass es CIACCIO gelungen ist, sie auch an frischen Glaskörpern deutlich wahrzunehmen. In dem Glaskörper giebt es, sagt er, keine andere Art von Zellen, als die an der innern Oberfläche der Hyaloidea aufsitzenden, unregelmässig zerstreuten cellulæ subhyaloideæ. Das von R. VIRCHOW im Glaskörper beschriebene Mucin konnte CIACCIO nicht finden. Abbildungen des Fasergeflechtes sind der Abhandlung leider nicht beigefügt.

Sodann suchte SMITH[1] im menschlichen Glaskörper, nach Behandlung desselben mit Carbolsäure, nachzuweisen, dass die peripheren Theile concentrisch geschichtet sind und der centrale Theil einen strahligen Bau besitzt. Gleich danach suchte auch STILLING[2] durch Imbibitionsversuche darzulegen, dass es im Glaskörper einen Kern und eine Rinde giebt, von welchen der Kern oft eine vom Cloquet'schen Kanal, der nach STILLING und SMITH offen ist, ausgehende »Dreihörnchenfigur» zeigt, während die Rinde concentrisch geschichtet ist.

In seinen »Studien über den Glaskörper» bemerkt BLIX,[3] dass er, nach längerer Behandlung des Glaskörpers mit Chromsäure oder Kalibichromat, constant im Glaskörpergewebe ein Netz feiner, in allen möglichen Richtungen sich kreutzender Fasern gefunden habe. Bei genauerer Untersuchung sah er diese Fasern eine gewisse Anordnung darbieten, indem sie in vielen Knotenpunkten zusammenflossen. Diese Punkte zeigten sich bei stärkerer Vergrösserung als spindel- oder sternförmige glänzende Zellen, in denen jedoch weder Kerne noch Körner zu finden waren. Die feinen Fasern, welche von diesen Zellen unregelmässig oft zu 5 oder 6 entspringen, sind im Allgemeinen lang und geschlängelt, und bei genauerer Betrachtung lassen sich Anastomosen mit Fasern anderer Zellen nachweisen. In den peripherischen Partien ist das Fasernetz viel dichter als in den centralen.

Nach IWANOFF,[4] welcher den den Glaskörper enthaltenden Abschnitt im Stricker'schen Handbuch (1872) verfasst hat, zeigt am frischen Organ der peripherische Theil deutliche Verschiedenheiten vom centralen, indem ersterer ausgesprochen geschichtet, letzterer homogen erscheint. An der Ora serrata ist die Oberfläche des Kerns nur durch eine sehr dünne, faserige Lage getrennt. »Die Fasern dieser Lage laufen parallel der Oberfläche des Glaskörpers in wellenförmigen Bündeln und haben einige Aehnlichkeit mit Bindegewebsfasern. Diese ganze, so veränderte Schicht schlägt sich schliesslich nach innen der Sehaxe zu um, und bedeckt die ganze vordere Fläche des Glaskörpers.» Diese Schicht ist nicht eine einzige, sondern besteht aus mehreren zusammengedrängten, unter einander locker verbundenen Schichten. »Im vorderen Theil des Glaskörpers treffen wir in der Corticalschicht ausser den bereits erwähnten, dem Bindegewebe ähnlichen Fasern noch eine bedeutende Anzahl anderer, die den elastischen Fasern gleichen. Sie beginnen als äusserst feine, geschlängelte Fasern schon im Aequator des Auges; in grosser Anzahl aber treten sie erst an der Ora serrata auf; von hier an biegen sie, der Limitans dicht anliegend, in die Pars ciliaris retinæ ein und bilden hier den Anfang der Zonula Zinnii.» Membranen existiren im Glaskörper nicht, aber die Möglichkeit eines geschichteten Baues ist dadurch keineswegs ausgeschlossen. Die Zellen des Glaskörpers liegen nur in seinen äusseren Schichten, in den tiefern begegnet man nur Derivaten derselben, Kernen mit geschrumpften Bläschen. Unter den mannigfaltigen Formen kann man drei Hauptgruppen unterscheiden: runde Zellen mit grossen Kernen, spindel- und sternförmige Zellen und runde Zellen mit einer grossen runden Blase.

[1] D. SMITH, Structure of the adult human vitreous humour. The Lancet, 1868.
[2] J. STILLING, Eine Studie über den Bau des Glaskörpers. Archiv für Ophthalmologie, Bd 15, 1869.
[3] C. BLIX, Studier öfver glaskroppen, Medicinskt Archiv, Bd 4, 1868.
[4] A. IWANOFF, Glaskörper, Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben, Bd 2, 1872.

In seiner im Græfe-Sämisch'schen Handbuche veröffentlichten Darstellung vom Bau des Glaskörpers lieferte SCHWALBE[1] eine kritische Revue der prägnanteren Angaben der verschiedenen Forscher, ebenso Copien der bekannten Figuren von HANNOVER und STILLING. Die Dreihörnchenfigur STILLING's, sagt er, verdankt wohl unzweifelhaft einer künstlichen Zerklüftung ihrer Entstehung. »Nicht so absprechend möchte ich über die concentrischen Spalten der Rinde urtheilen.» Der Centralkanal ist von einer glashellen, elastischen Membran ausgekleidet, welche in der Area Martegiani in die Hyaloidea überzugehen scheint. Im Glaskörpergewebe sind die drei von IWANOFF beschriebenen Zellenhauptformen zu unterscheiden, namentlich in den peripherischen Schichten; zahlreiche Uebergangsformen sind aber vorhanden. Fixe Bindegewebszellen kommen im Glaskörper nicht vor. Was die Fibrillenzüge des Gewebes betrifft, so sind sie selten im frischen Organ nachzuweisen. Die von IWANOFF in der Gegend der Ora serrata beschriebenen feinen Fibrillenbündel sind wohl vorhanden, den alleinigen Ursprung der Zonulafasern aus ihnen hielt SCHWALBE aber nicht für sicher erwiesen.

Später[2] gab SCHWALBE eine erneute Darstellung des Glaskörperbaues. Er referirte hier die verschiedenen Anschauungen der Autoren und äusserte dann: »Mit Hülfe aller dieser Beobachtungen würde sich also für die Glaskörpergallerte der untersuchten Säugethiere ergeben, dass dieselbe aus einer von feinen wandungslosen concentrischen Spalträumen durchsetzten Rindenschicht und einem damit continuirlichen von solchen Spalten freien Kern besteht, welch' letzterer in seinem Inneren den von einer Membran begrenzten Canalis hyaloideus birgt.» Im Kern strahlen (nach Behandlung mit Müller'scher Lösung) von einer den Centralkanal einschliessenden compacteren Masse eine grosse Zahl von Scheidewänden radiär zur Peripherie aus, so dass der Querschnitt mit HANNOVER passend dem Querschnitt einer Apfelsine verglichen werden könnte. Die radiären Scheidewände sind aber auch hier keine Membranen, sondern geschrumpfte Reste von Glaskörpersubstanz, zwischen denen sich im frischen Zustande höchst wahrscheinlich nur capilläre radiäre Spalträume finden. Der reife Glaskörper besitzt keine fixen Bindegewebszellen.

Schon zwei Jahre vorher hatte indessen HANS VIRCHOW[3] seinen hier oben erwähnten Vortrag über den Glaskörper gehalten. »Der Glaskörper», sagte er, »wird gebildet aus Flüssigkeit und einem Gerüst von Fasern; diese haben die physikalische Eigenschaft der Festigkeit, wie dadurch bewiesen wird, dass sie im Stande sind, eine Last zu tragen.» Nachdem er seine Belastungsversuche beschrieben hat, giebt er folgende Beschreibung des Gerüstes, welche ich hier ihrer Wichtigkeit wegen vollständig anführe: »Die Faser, das morphologische Element des Glaskörpergewebes, ist drehrund und glatt und mit anderen Fasern nicht in Form von Fibrillenbündeln, sondern gerüstartig verbunden; womit jedoch nicht ausgeschlossen sein soll, dass bei pathologischen und bei senilen Veränderungen ein fibrillärer Bau des Glaskörpers erscheint. An Vereinigungsstellen ('Knotenpunkten') von drei oder mehr Fadenstücken findet man keine Anschwellungen und keine Ab- oder Zunahme der Dicke der Fadenstücke. Zuweilen treffen mehrere Fäden in einem Punkte zusammen, so dass Stellen des Gerüstes einen strahligen Charakter bekommen. Das Gerüstwerk ist so eng, dass an vielen Stellen seine Maschen nicht im Stande wären, ein rothes Blutkörperchen aufzunehmen; ja es kann so dicht werden, dass es den Charakter einer 'moleculären' Substanz annimmt. An einigen Stellen sind die Maschen langgezogen und die Fasern dicht aneinandergelegt, so dass der Anschein eines streifigen Gewebes entsteht; dies findet man typisch an der Oberfläche des Glaskörpers sowohl unter der Grenzhaut wie hinter dem Petit'schen Raum. Das Fasergerüst wurde am deutlichsten getroffen im Auge des Igels, und fand sich ferner beim Menschen, Schimpanse, Orang-Utan, Kaninchen, Maus, Alligator, Frosch. Nicht zu verwechseln ist der geschilderte Gewebsbestandtheil mit den isolirten, stärker lichtbrechenden Fasern, wie man sie bei der Untersuchung vieler Glaskörper, immer aber bei Frosch, Cyprinoiden und vor Allem beim Wels an der Oberfläche trifft.»

Im Jahre 1886 veröffentlichte HAENSELL[4] eine Mittheilung über den Bau des Glaskörpers der Neugeborenen (Kaninchen, aber auch Ochsen, Katzen, Menschen), in den ersten zwei Wochen nach der Geburt. Der Glaskörper der Neugeborenen besteht nach ihm aus zwei Theilen, einem centralen und einem peripherischen. Ersterer dient zur Bildung des Canalis Cloqueti und der Zonula Zinnii, letzterer zur Bildung der eigentlichen Glaskörpersubstanz

[1] G. SCHWALBE, *Græfe-Sämisch's* Handbuch der gesammten Augenheilkunde, Bd I, 1, 1874.

[2] G. SCHWALBE, Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane, 1887.

[3] HANS VIRCHOW, Die morphologische Natur des Glaskörpergewebes, Bericht über die 17. Versamml. der Ophthalmologischen Gesellschaft. Heidelberg, 1885. Klin. Monatsblätt. f. Augenheilk., 23. Jahrg., Beilageheft.

[4] PAUL HAENSELL, Recherches sur le corps vitré, Bulletin de la clinique nationale ophthalmique de l'hospice de Quinze-Vingts, t. 4, 1886.

und der Hyaloidea. Der Glaskörper ist aus Zellen zusammengesetzt und stellt ein wirkliches Bindegewebe dar, dessen Zellen ein protoplasmatisches Netz bilden und zu Lamellen geordnet sind. In den Kernen der Glaskörperzellen giebt es ein System von Fasern, welche in das Protoplasma eindringen und durch die protoplasmatischen Fortsätze mit Fasern der Nachbarzellen zusammenhängen. Das Glaskörpergewebe ist von einem Endothelium bekleidet, welches während der Entwicklung die Hyaloidea bildet. Hinten, in der Nähe der Papille, kommen Mitosen in den Zellen vor, woraus hervorgeht, dass der Glaskörper v. A. dort sich vergrössert. Während der Entwicklung bildet sich das Protoplasma der Zellen in eine durchsichtige Masse, die Grundsubstanz, um. Bei Erwachsenen bleibt nur ein Netz feiner protoplasmatischer Fasern zurück, deren Knotenpunkte von kleinen glänzenden Körperchen gebildet sind, welche die Reste der Kerne darstellen. Zwischen den Häutchen (les lamelles) ist eine Flüssigkeit vorhanden.

Später[1] gab HAENSELL einc ausführlichere Darstellung seiner Befunde, v. A. beim *Kaninchen.* Um die centrale, im foetalen Zustande die Art. hyaloidea enthaltende Partie, welche trichterförmig ist und die breitere Oeffnung an die Linse wendet, sah er eine verdichtete Wand, die mit dcr peripherischen Partie zusammenhängt und ihr angehört. Die centrale Partie wird allmählig verkleinert. In der peripherischen Partie kann man drei Theile unterscheiden, nämlich die erwähnte Wandung des Trichters, die eigentliche Glaskörpersubstanz und eine äussere verdichtete Schicht. Die eigentliche Glaskörpersubstanz besteht beim neugeborenen Kaninchen aus Zellen, welche durch protoplasmatische Verbindungen mit einander vereinigt sind und ein Zellennetz bilden, dessen Maschen von einer muco-albuminösen Flüssigkeit ausgefüllt sind. Die Zellen bestehen aus sternförmigen Kernen, welchc die oben genannten Ausläufer durch die Protoplasmabrücken aussenden. Gegen den 15. Tag ist alles körnige Protoplasma in eine hyaline Substanz umgebildet. Auch die Kerne werden in analoger Weise transformirt; ihre Fäserchen bleiben jedoch zurück. Die verdichtete äussere Schicht wird von einem polygonalen Endothelium gebildet, welches als eine Membran abgelöst werden kann und aus dessen Zellenprotoplasma später die Hyaloidea sich entwickelt. Im Glaskörper *Erwachsener* besitzt nicht nur die peripherische oder Rindenpartie, sondern auch die centrale einen geschichteten Bau, doch ist in der letzteren die Substanz von gefensterten Membranen gebildet, welche von der Wandung des Cloquet'chen Kanales nach der Rindensubstanz hin radiiren.

In einer in demselben Jahre (1888) erschienenen Abhandlung beschrieb STRAUB[2] die von der Ora serrata des menschlichen Auges ausgehenden Membranen. Die Grenzhäute (Limitans hyaloidea anterior und posterior) sind nach ihm die äusserste Lage von einer grossen Anzahl gleich aussehender, den ganzen Glaskörper durchsetzender Häute. »Der grösste Theil derselben entsteht genau an der Ora serrata, an welcher sie mit innigen Verbindungen festgeheftet sind; die übrigen Häute gehen von dem nach vorn convexen Theile der Limitans anterior ab.» Die an der Ora serrata entstehenden verlaufen mehr der Netzhaut, die von der vorderen Grenzhaut abgehenden mehr der hinteren Linsenfläche parallel. An der Papille treten die Häute wieder zusammen. Die Hauptrichtung der Glaskörperhäute ist immer quer zu den Meridianen, so dass sie in mcridionalen Schnitten meistens als dünne Bänder erscheinen. Beim Menschen gehen 8—10 Häute von dcr Ora serrata ab, während 3—4 mehr nach vorne ihre Insertion haben. Zwischen diesen finden sich sehr viel zartere Gebilde, welche mit dem gröberen Gerüste in Zusammenhang stehen.

Seit jener Zeit ist meines Wissens keine Specialarbeit über den normalen Bau des Glaskörpers mehr erschienen. Durchmustert man die in den letzten Jahren herausgegebenen Lehrbücher, so findet man — und darüber kann man sich in der That nicht wundern — im Allgemeinen auf die refcrirten Ergebnissen der speciellen Untersuchungen gestützte, ziemlich schwebende Darstellungcn. »Den besten Ausdruck», sagt TOLDT[3], »für die thatsächlichen Verhältnisse gibt, wie es scheint, die von STILLING herrührende Darstellung, der gemäss man an dem Glaskörper eine Rindenschichte und einen Kern zu unterscheiden hat. Dic erstere besteht aus concentrischen Lamellen der geformten Substanz, zwischen welchen schalenförmige Spalträume zur Aufnahme der Flüssigkeit übrig bleiben. Die Rinde umgibt aber den Kern nicht vollständig, sondern endigt vorne an der Ora serrata, reicht also nicht bis zur Linse heran. Der Kern lagert in der Rinde, etwa wie ein Ei im Eibecher, indem er über sie hervorragt und in der tellerförmigen Grube frei zu Tage liegt.» Dann erwähnt TOLDT die Befunde von HANS VIRCHOW;

[1] PAUL HAENSELL, Recherches de la structure et l'histogénèse du corps vitré normal et pathologique. Thèse p. l. doctorat en Médecine. Paris, 1888.
[2] M. STRAUB, Beitrag zur Kenntniss des Glaskörper-Gewebes. Archiv für Ophthalmologie, Bd 34, 1888.
[3] C. TOLDT, Lehrbuch der Gewebelehre, 3. Aufl., 1888.

nach diesen »soll der Glaskörper aus einem durch drehrunde, platte, netzförmig verbundene Fasern hergestellten Gerüste bestehen, in dessen Lücken die Flüssigkeit enthalten sei».

MERKEL[1] ist mehr skeptisch. »Eine Structur», sagt er, »ist bis heute im Glaskörper überzeugend nicht nachzuweisen gewesen; denn wenn ihn der eine Forscher (HANNOVER) nach Art einer Apfelsine mit radiären Scheidewänden, der andere (BRÜCKE u. A.) nach Art einer Zwiebel mit concentrischen Lamellen gebaut sein lässt, so genügt schon diese Nebenaneinanderstellung, um die Unsicherheit in Bezug auf eine Structur anzudeuten.» »H. VIRCHOW», setzt er fort, »hat jüngst durch Versuche erweisen wollen, dass der Glaskörper aus Flüssigkeit und einem Fasergerüst besteht. Man wird geneigt sein, dieser Angabe beizustimmen, da der Glaskörper auch ohne Behandlung im Alter Fäserchen erkennen lassen kann und da in ihm fibrillär gebaute Narben vorkommen. Auch an gehärteten Glaskörpern gelingt es zuweilen ganz gut, eine faserige Beschaffenheit wahrzunehmen. Von der Existenz einer *Membrana hyaloidea* habe ich mich», fügt MERKEL hinzu, »bis jetzt trotz aller Mühe nicht überzeugt, bin vielmehr der Ansicht, dass dieselbe, wenn sie auftritt, ein Product der angewandten Conservirungsflüssigkeiten ist. Dabei soll jedoch nicht geleugnet werden, dass die Faserung, welche gehärtete Präparate zeigen, an der Oberfläche am dichtesten ist. Eigene Zellen beherbergt der Glaskörper nicht; die in seinen Randpartien vorkommenden zelligen Gebilde sind als Wanderzellen anzusehen.»

SCHIEFFERDECKER[2] fasst die Glaskörpersubstanz als homogene Grundsubstanz auf. Das Gallertgewebe kann, sagt er, in das fibrilläre Bindegewebe übergehen. Es kann aber umgekehrt auch die Grundsubstanz homogen bleiben und an Masse zunehmen, während die Zellen theilweise zu Grunde gehen, so wird es zum *Glaskörper* des Auges. »Da dieser somit eine bindegewebige Intercellularsubstanz darstellt, so ist es nicht wunderbar, dass sich in demselben unter bestimmten pathologischen Verhältnissen auch beim Erwachsenen noch eine Differenzirung in Fibrillen zu entwickeln vermag.»

In der neuen in diesem Jahre herausgegebenen Auflage seines trefflichen Lehrhuchs äussert RAUBER[3]: »Die Glaskörpergallerte ist nicht structurlos; sie enthält vielmehr in bedeutender Menge feine durchsichtige Fäden, welche Bindegewebsfibrillen entsprechen, und Bindegewebszellen von verschiedener Form. Dass auch Wanderzellen (Leucocyten) im Glaskörper vorkommen, wurde schon erwähnt. Was die *Fasern* betrifft, so durchziehen sie den Glaskörperraum in *meridionalen* Zügen und zugleich in concentrischer Anordnung, so dass sich hieraus eine *lamellöse* Beschaffenheit des Glaskörpers ergiebt. Diese Richtung wird gekreuzt durch *radiäre* Züge, welche nach Art der Scheidewände einer Apfelsine den Raum abtheilen. In der Gegend der Fossa patellaris sind die Fasern besonders zahlreich und zugleich unregelmässig durcheinandergewirrt. Hinten beginnen die Fasern an der Eintrittstelle des Sehnerven.»

Und schliesslich hat SCHÄFER[4] in der ebenfalls in diesem Jahre erschienenen neuen (10.) Auflage des trefflichen Quain'schen Lehrbuchs die durch verschiedene Erhärtungsmethoden hervortretenden Schichtungen des Glaskörpers erwähnt. »In Folge des Aussehens, das durch solche Präparationsmethoden erhalten wird, haben verschiedene Forscher den Schluss gezogen, dass wenigstens in diesem Theil» — dem peripherischen, der Retina zunächst liegenden — »der Glaskörper durch eine Anzahl zarter, concentrisch und der Oberfläche parallel angeordneter Membranen in Räume abgetheilt ist; das Vorhandensein solcher membranösen Abtheilungen ist jedoch nicht endgültig dargelegt worden. Dass aber die Glaskörpersubstanz in einiger Weise aus festerem Material besteht — und zwar entweder in der Gestalt von zusammenhängenden Membranen, oder, wie H. VIRCHOW darthut, in derjenigen eines Netzwerks von Fasern — mit einer in den Maschen enthaltenen Flüssigkeit, wird durch die Thatsache erwiesen, dass von einem auf ein Filtrum gelegten Glaskörper oder einem Stück desselben, stets eine kleine Partie zurückbleibt.» In Betreff der ebenfalls beschriebenen radiären Schichtung bemerkt SCHÄFER, dass man nicht weiss, ob eine präexistirende Structur dafür zu Grunde liegt. Die beiden bekannten Hannover'schen Figuren von dem Auge des *Pferdes* (mit concentrischer Schichtung) und des *Menschen* (mit radiärer Anordnung) sind indessen auch in dieser Ausgabe reproducirt worden.

[1] FR. MERKEL, Handbuch der topographischen Anatomie, Bd 1, 2, 1887.
[2] P. SCHIEFFERDECKER und A. KOSSEL, Gewebelehre etc., Bd 2, 1891.
[3] A. RAUBER, Lehrbuch der Anatomie des Menschen, 4. Aufl., Bd 2, 2, 1894.
[4] E. A. SCHÄFER, Quain's Elements of Anatomy, 10. Edit., Vol. 3, 3, 1894.

Ich habe in der obigen geschichtlichen Darstellung versucht, die Angaben über die Zonula Zinnii möglichst auszuschliessen, und zwar in der Absicht, nachher eine kurz gefasste Besprechung derselben zu geben. Was die Ansichten der älteren Forscher betrifft, so haben Henle, Schwalbe, Iwanoff u. A. sie schon zusammengestellt, weshalb ich hier auf ihre Darstellungen hinweisen kann. Bekanntlich sind schon in alter Zeit mehrere verschiedene Auffassungsweisen dargelegt worden. So nahm Winslow an, dass die Haut des Glaskörpers aus zwei Lamellen bestehe, welche hinten verschmolzen seien, nach vorne aber sich trennen und mit der vorderen und hinteren Linsenfläche verschmelzen. Von Anderen (Cassebohm, Petit etc.) wurde die Haut als hinten einfach, nach vorne aber sich spaltend aufgefasst. Noch Andere hielten die Zonula für eine Fortsetzung der Retina. Zinn meinte, dass aus der Haut des Glaskörpers eine Membran entspringe. Von mehreren folgenden Anatomen wurde die Zonula als eine selbständige Membran betrachtet. »Es sind somit», sagt Iwanoff, »in der älteren Literatur die verschiedensten Anschauungen über diese Frage verzeichnet, indem Einige das Strahlenplättchen für einen Theil des Glaskörpers, Andere für ein selbständiges Gebilde, wieder Andere für einen Theil der Retina hielten. In einer späteren Zeit hatte man sich im Allgemeinen dahin geeinigt, dass die Hyaloidea an der Ora serrata eine einfache Membran darstelle, die im weiteren Verlauf in zwei Lamellen sich theile, welche mit der vorderen und hinteren Linsenkapsel verschmelzen.» Gegen diese letztere Lehre trat Henle auf, indem er die Grenzhaut als »Membrana limitans hyaloidea» zur Retina hinführte; die Zonula ciliaris geht nach ihm aus dem äusseren Blatte der sich an der Stelle, wo der Orbiculus ciliaris zum Corpus ciliare anschwellt, spaltenden Limitans hyaloidea hervor; das nach innen gehende Blatt der Limitans hyaloidea bekleidet die Fossa patellaris.

Der älteren Auffassung schloss sich Schwalbe hauptsächlich an, während Iwanoff und Merkel im Wesentlichen diejenige von Henle aufnahmen. In innigem Zusammenhang mit der Frage von der Hyaloidea und der Zonula stand indessen die Frage von dem Vorhandensein eines Canalis Petiti hinter dem vorderen Blatte oder auch zwischen den beiden durch Spaltung entstandenen Blättern der Zonula. Die älteren Anatomen haben im allgemeinen einen Canalis Petiti im letzteren Sinne angenommen und ihn durch Einblassen von Luft dargestellt. Henke fasste den Kanal als im Leben beinahe leer auf, indem er ihn mit einem serösen Raume verglich.

Nach Kölliker,[1] welcher die Schwierigkeit des Problems hervorhebt, beginnen die Zonulafasern etwas hinter der Ora serrata an der Aussenseite der Hyaloidea, jedoch in dem innigsten Zusammenhange mit derselben, sehr fein, zum Theil wie Bindegewebsfibrillen, verlaufen als eine anfangs lockere, dann immer dichtere Lage, an Stärke zunehmend, unter häufigen Theilungen und Verbindungen, grösstentheils nebeneinander nach vorn, bis sie am freien Theile der Zonula eine vollkommen zusammenhängende Lage, jedoch immer noch mit einzelnen für sich darstellbaren Bündeln bilden, und dann mit der Linsenkapsel verschmelzen. Von der Ora serrata bis zum Anfang des Petit'schen Canales ist neben den Zonulafasern eine Hyaloidea nicht mehr zu unterscheiden, an dem Canale dagegen findet sich hinten gegen den Glaskörper eine zarte Begrenzung, die die hintere Wand des Canales bildet und dann in der ganzen Ausdehnung der tellerförmigen Grube sehr innig mit dem hinteren Blatte der Linsenkapsel sich vereint.

Durch Injectionen von der vorderen Augenkammer aus legte Schwalbe dar, dass rings um den Linsenrand ein ringförmiger Raum vorhanden ist, welcher sich jedoch nicht abgeschlossen zeigt, sondern durch feine Spalten mit der Kammer zusammenhängt.

Dann trat Merkel[2] entschieden gegen die Existenz eines eigentlichen Canalis Petiti auf; bei Thieraugen bildet die Zonula auf dem Querschnitt ein dreieckiges Band, welches vom Gipfel der Ciliarfortsätze zur Kapsel überspringt und sich an dieser, den Linsenrand zwischen sich fassend, auf der vorderen und hinteren Fläche ansetzt. »Ein an dieser Stelle beschriebener Canalis Petiti existirt im lebenden Thiere nicht, und die Zonula ist für keine andere Flüssigkeit zugänglich, als für die den ganzen Körper überhaupt durchtränkende. Sie beginnt zugleich mit der Pars ciliaris der Retina und schliesst sich ihr aufs engste an.» Die Fasern entstehen sehr fein, an der Grenzlinie zwischen Ora serrata und Pars ciliaris; je weiter die Zonula vorrückt, um so mehr verstärkt sie sich durch hinzukommende Fasern, an der ganzen Ausdehnung der Limitans interna von der Ora serrata entweder bis zum Ende der Ciliarfortsätze an der Iris (Hund, Kaninchen) oder nur bis zum Gipfel derselben (Wiederkeuer). Die von der Höhe der Falten des Corpus ciliare kommenden Fasern legen sich diesem dicht an

[1] A. Kölliker, Handbuch der Gewebelehre des Menschen, 5. Aufl., 1867.
[2] Fr. Merkel, Die Zonula ciliaris. Habilitationsschrift, 1870.

und ziehen in gerader Richtung nach vorwärts, dem Gipfel der Ciliarfortsätze zustrebend. Die aus den Thälern kommenden Verstärkungsfasern verlassen dagegen ihre Ursprungsstelle in spitzem Winkel und verlaufen ganz allmählig, nach innen ziehend, durch die Furchen nach vorwärts, bis sie in gleiches Niveau mit den äussersten Fasern getreten sind. Auf ihrem Wege durchsetzen sie den äussersten Theil des Glaskörpers. Querschnitte durch diese Theile beweisen am besten, dass die Zonula keine »Membran» darstellt, denn es ist gar nicht zu verstehen, wie eine Membran verlaufen müsste, die alle diese Fasern in ihrer Fläche enthielte. Die Zonulafasern verfolgen nach ihrer Entstehung *drei* verschiedene Wege. Der geringste Theil biegt bald ab, um sich im Glaskörper zu verlieren; die zweite Art des Verlaufes ist die über die Unebenheiten des Ciliarkörpers wegspringend bis zu deren Spitze, von wo sie dann frei nach der Axe des Auges zustreben (die allermeisten Fasern); die dritte Art des Verlaufes (ziemlich viele Fasern) ist eine circuläre; hierdurch entsteht ein Band, welches sich vor die meridional-verlaufenden Fasern legt und sie von dem Inneren des Auges abhält. Die Zonulafasern treten nach kürzerem oder längerem Verlauf zu eng vereinigten Bündeln zusammen, die, in Uebereinstimmung mit SCHWALBE's Angabe, oft zu einem homogenen Strang werden. Die vordersten Fasern, welche die Rückwand der hinteren Augenkammer bilden, sind ohne Zweifel durch eine feste Zwischensubstanz (eine Art Kitt) zu einer Art Membran verbunden; dieser membranöse äusserste Theil ist es, welcher bis jetzt allein als Zonula beschrieben wurde; dahinten werden die Fasern immer feiner. In der Nähe der Linse zerspalten sich die Fasern und verlieren sich an der Kapselwand, und zwar nicht nur nach vorn vom Rande, sondern auch, wie HENLE angegeben hat, nach hinten davon (mindestens bis zu einem Mm); die letzteren Fasern sind äusserst vergänglich und deshalb im Allgemeinen übersehen worden.

Ich habe diese Angaben MERKEL's so ausführlich angeführt, weil sie die erste genauere Darstellung von dem Ursprung und dem Verlauf der Zonulafasern enthalten, obwohl sie nicht das Menschenauge betreffen.

IWANOFF[1] dagegen suchte, wie oben angedeutet wurde, den Ursprung der Zonulafasern in dem Glaskörper, und zwar in dessen Fibrillenbündeln in der Gegend der Ora serrata und noch eine Strecke vor dieser Stelle; in Betreff des Canalis Petiti schloss er sich HENKE und HENLE an.

Nach SCHWALBE[2] beginnt in der Gegend der Ora serrata die Hyaloidea sich allmählig zu verdicken und wird zur *Zonula ciliaris;* dieselbe bildet von nun an die vordere Wand des Petit'schen Kanales; die hintere ist mit der vorderen Fläche der verdichteten Glaskörper-Gallerte identisch. Eine Spaltung der Zonula an der Ora serrata in ein äusseres Zonula-Blatt und ein inneres, die Fossa patellaris auskleidendes, findet nicht statt. Der Petit'sche Kanal ist demnach als den übrigen Spalträumen in der Glaskörper-Gallerte gleichwerthig anzusehen.

Durch J. v. GERLACH's[3] Untersuchungen wurde »die Zonula-Frage» noch eine Strecke ihrer Lösung entgegen geführt. Aus seinen Ergebnissen dürfte hier Folgendes anzuführen sein: Die Faserbündel der Zonula setzen sich nicht nur an der vorderen Fläche der Kapsel an, sondern ein grosser Theil derselben ist auch an der hinteren Kapselwand fixirt. Die Faserbündel unterliegen in ihrem Verlaufe zur Kapsel einer partiellen Kreuzung in der Art, dass ein Theil der von hinten kommenden Fasern an der vorderen und ein Theil der von vorn kommenden an der hinteren Kapselwand sich ansetzt. Die mittleren Fasern kreuzen sich sämmtlich. Zwischen den Bündeln der Zonulafasern existiren kleine unter einander communicirende Räumlichkeiten. Der Ursprung der Zonulafasern erstreckt sich von der Ora serrata bis zu den Gipfeln der Ciliarfortsätze. Der Ansatz der Bündel der Zonulafasern tritt an der vorderen Kapselwand der Sehaxe um ein Minimum näher als an der hinteren. Die Verlaufsweise sämmtlicher Faserbündel ist rein meridional; cirkuläre Faserbündel kommen in dem menschlichen Auge nicht vor. Der Petit'sche Kanal ist also als eine Art gefächerter Recessus der hinteren Augenkammer zu betrachten. Nach GERLACH spaltet sich an der Ora serrata die Hyaloidea in zwei Lamellen, von denen nur die äussere mit der Limitans verwachsen bleibt, während die innere den Glaskörper begrenzt. In Betreff des Ursprungs der Zonulafasern schloss er sich MERKEL an.

Dann trat AEBY[4] auf und vertheidigte in energischer Weise die alte Anschauung von der Zonula und des Petit'schen Kanales. Durch eine Art von Fäulnissmethode isolirte er den Glaskörper zusammen mit der Linse und der

[1] A. IWANOFF, Glaskörper, Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben, Bd 2, 1872.
[2] G. SCHWALBE, Græfe-Sæmisch's Handbuch der gesammten Augenheilkunde, Bd 1, 1, 1874.
[3] J. v. GERLACH, Beiträge zur normalen Anatomie des menschlichen Auges, 1880.
[4] CHR. AEBY, Der Canalis Petiti und die Zonula Zinnii beim Menschen und bei Wirbelthieren. Archiv für Ophthalmologie, Bd 28, 1882.

Zonula, und fand nun die letztere als eine zusammenhängende Membran den Kanal vorne begrenzen. Die Hyaloidea umfasst nach ihm den Glaskörper allseitig, auch in seinem lenticularen Abschnitt.

Noch in demselben Jahre erschien eine Arbeit von BERGER.[1] Nach seiner Ansicht entspringen die hinteren Zonulafasern hinter der Ora serrata, und zwar theils aus der Grenzhaut des Glaskörpers, zum geringeren Theil aus dem Glaskörper selbst; die hinteren Enden der letzteren Ursprungsfasern sind zumeist bogenförmig eingerollt. Ausser den längsverlaufenden Zonulafasern kommen auch solche vor, welche eine Strecke cirkulär verlaufen. Auf dem freien Theile der Zonula hatte er beim 7-monatlichen menschlischen Foetus eine vollständige Lage epithelialer Zellen gesehen, beim Neugeborenen aber nur einzelne Zellen; Kerne kommen in der Zonula jugendlicher Individuen reichlicher vor als bei älteren Leuten. Die Glashaut der Pars ciliaris retinæ ist die Fortsetzung der Membrana limitans interna. Die Zonula liegt der Pars ciliaris im Orbiculus ciliaris und in dem hinteren Theile der Ciliarfortsätze enge an; im mittleren steht die Zonula bloss mit den Firsten der Ciliarfortsätze und den kleineren Erhebungen in Verbindung; im vorderen Theile ist die Zonula bloss mit den Firsten der Ciliarfortsätze verbunden. Zwischen der Zonula, dem Ciliarkörper und dessen Fortsätzen entstehen Hohlräume (KUHNT) dadurch, dass die Zonula sich den Thälern nicht anschmiegt; die Hohlräume stehen mit der hinteren Kammer, aber nicht mit einander, in Communication. Von der Limitans interna und der Glashaut der Pars ciliaris retinæ gehen Fasern zur Zonula, welche theils einzeln, theils lamellenartig angeordnet sind; im mittleren und im vorderen Theile des Corpus ciliare liegen sie in den Kuhnt'schen Hohlräumen. Zarte kurze Fasern halten die Zonula an die Ciliarfortsätze befestigt. Diese *Stützfasern* verlaufen nach vorn, einzelne auch, nach ihrem Uebergange in die Zonula, nach hinten. Die von dem Ciliartheil kommenden längeren Fasern sind *Spannungsfasern.*

Im Jahre 1885 erschien dann eine Arbeit von CZERMAK[2], welche »die Zonulafrage» ihrer Lösung noch ein Stück näher brachte. Durch die Celloidin-Einbettung gelang es ihm, Präparate zu bekommen, welche die Zonulafasern in natürlicher Lage wiedergeben. Er widmete den Aeby'schen Angaben eine strenge Kritik und zeigte, dass dieser Forscher seine Präparate unrichtig gedeutet hatte, indem die abgelöste Glashaut der Pars ciliaris retinæ von ihm als eine Zonulamembran angesehen worden war. Die Zonula ist, sagt CZERMAK, kein häutiges Gebilde, sondern ein ziemlich complicirtes System von Fasern; der von diesen Fasern durchzogene Raum gehört zur hinteren Kammer; es giebt keinen Canalis Petiti, ebenso keine Kuhnt'schen Räume. Die Ursprungsfäserchen der Zonula kommen aus der Glaslamelle der Pars ciliaris retinæ nicht weiter hinten als circa 1 Mm. *vor* der Ora serrata, kein einziges aus dem Glaskörper. Die Glaslamelle geht hinten in die Grenzschichte des Glaskörpers über; diese Schichte hat, wie der ganze Glaskörper, eine zarte, feinwellige Fasergrundlage. CZERMAK unterschied in der Zonula drei Arten primärer Fäserchen: Die *orbiculo-* und *cilio-capsulären,* die *orbiculo-ciliaren,* welche vom Orbiculus entspringen und sich am Corpus ciliare inseriren, und die *inter-* und *intraciliaren,* welche von einer Ciliarkörperwand zur anderen ziehen. Die von CZERMAK von der Zonula mitgetheilten Figuren sind im Ganzen die besten, welche bisher veröffentlicht worden sind, obwohl sie in mehrerer Hinsicht Manches zu wünschen übrig lassen.

SCHOEN[3], welcher eine Darstellung der Ansätze der Zonulafasern an der Linsenkapsel gab, vertheidigte dabei die Existenz einer Hyaloidea propria, auch am vorderen Umfang des Glaskörpers; ihr liegen die hinteren Zonulafasern dicht an.

In seinem Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane[4] beschrieb SCHWALBE die Zonula als die radiär gefaltete vordere Fortsetzung der Membrana hyaloidea zur Linsenkapsel; der grössere Theil der Zonula, von der Ora serrata bis zur Spitze der Ciliarfortsätze, ist mit dem Ciliarkörper in eigenthümlicher Weise verwachsen, lässt aber zwischen jedem Zonulaberg und dem Ciliarkörperthale einen Zwischenraum, die Recessus cameræ posterioris von KUHNT. Innerhalb des Orbiculusgebietes ist die Zonula mit der cuticularen Limitans p. c. retinæ überall fest verklebt, der Art, dass sich nirgens ein Spaltraum zwischen beiden findet. Die Zonulafasern beginnen fein zugespitzt an der Ora serrata, nehmen in der Richtung zu den Gipfeln der Ciliarfortsätze rasch an Stärke und Zahl zu, so dass sie am Beginn der Ciliarfortsatz-Erhebungen bereits ein dichtes Gitter bilden, zwischen dessen Fasern aber immer noch neue entstehen können. Durch Anlagerung und Verschmelzung der feinen, aus den Ciliarthälern kommenden *Spannfasern* von BERGER erhält die Zonula-Lamelle weitere Verstärkungen. Innerhalb des ganzen ver-

[1] BERGER, Beiträge zur Anatomie der Zonula Zinnii. Archiv für Ophthalmologie, Bd 28, 1882.
[2] WILHELM CZERMAK, Zur Zonulafrage. Archiv für Ophthalmologie, 31. Bd, 1885.
[3] SCHOEN, Zonula und Grenzhaut des Glaskörpers, Archiv für Ophthalmologie, Bd 32, 1886.
[4] G. SCHWALBE, Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane, 1887.

wachsenen Theils sind die Zonulafasern durch eine mit der Fasersubstanz identische und continuirliche Masse zu einer Membran vereinigt, so dass die Fasern eigentlich nur Verdickungen der Membran darstellen.

In seinem Handbuch der topographischen Anatomie kam MERKEL[1] noch einmal auf die Zonulafrage zurück, und zwar diesmal beim Menschen. Ihre Fasern, sagt er, welche genetisch dem Glaskörper zugehören, kommen von der Innenfläche der Pars ciliaris retinæ durch die vorderste Schicht des Glaskörpers her, und zwar entspringen sie von der Ora serrata an bis zum Gipfel der Ciliarfortzätse. Die Faserbündel der menschlichen Zonula sind spärlich, so dass hier von einem geschlossenen Bande keine Rede sein kann; das Kammerwasser kann zwischen ihnen zur Vorderfläche des Glaskörpers gelangen. Ein Canalis Petiti existirt nicht. Die Cirkulärfasern des Schafauges sind beim Menschen nicht vorhanden. Eine Kreuzung der Fasern findet in der Art statt, dass ein Theil der von vorn entspringenden Fasern an die hintere Linsenkapsel herangeht, und umgekehrt.

In Widerspruch zu SCHWALBE's Auffassung von dem hinteren Theil der Zonula als eine geschlossene Membran hob TOPOLANSKI[2] hervor, dass sie *von ihrer Entstehung an nur Faser ist und Faser bleibt.* Das Ursprungsgebiet der Zonulafasern beginnt 1—1.5 Mm. nach vorn von der Ora serrata; aus dem Glaskörpergewebe dahinten entstehen sie nicht. Dieser Autor gab nun eine sehr eingehende Beschreibung von dem Verlauf und dem übrigen Verhalten der Zonulafasern, die sich jedoch hier kaum referiren lässt, weshalb ich auf das Original verweissen muss. In Betreff der Eintheilung der Fasern schloss er sich CZERMAK an.

In einer kurz gefassten Mittheilung gab v. GARNIER[3] eine zutreffende Beschreibung der Zonula. Darin betont er, dass dem ganzen vorderen Abschnitt des Glaskörpers eine hyaloide Membran fehlt. Alle Zonulafasern verlaufen meridional. Im Aufbau der Zonula sind Haupt- und Hilfsfasern zu unterscheiden (Spannungs- und Stützfasern BERGER's). GARNIER unterschied ferner folgende Hauptfasersysteme: *Fibræ orbiculo-anterocapsulares, f. orbiculo-posterocapsulares, f. cilio-posterocapsulares, f. æquatoriales* (hauptsächlich in jugendlichen Augen). Bei Neugeborenen ist die Zahl der Zonulafasern bedeutend grösser; im Greisenalter schwindet allmählig die grosse Zahl.

Da diese geschichtliche Darstellung den dafür bestimmten Raum schon bedeutend überschritten hat, werde ich in Betreff der Zonula nicht die Beschreibung der neuesten Lehrbücher anführen. Ebenso habe ich einige älteren speciellen Abhandlungen, in denen ich keine wichtigeren Angaben finden konnte, des Raumes wegen nicht referirt. Aus dem oben Angeführten, welches jedenfalls die bedeutenderen Fortschritte in diesen Fragen enthält, geht hervor, dass in Betreff »der Zonulafrage» die Anschauungen allmählig einen festen Boden gewonnen haben, obwohl noch mehrere verschiedene Ansichten gegen einander stehen. Hinsichtlich »der Glaskörperfrage» ist man offenbar von einer sicheren Kenntniss weiter entfernt.

Ich gehe jetzt zu meinen eigenen Untersuchungen über und beginne mit der Darstellung des *Glaskörpers* selbst. Um sie aber so kurz wie möglich zu machen, werde ich mich v. A. an die hier unten veröffentlichten Abbildungen halten, die besser als jede Beschreibung geeignet sind, die Bauverhältnisse zu demonstriren. Ich beklage nur, dass ich die Gravure der Tafeln zu spät begonnen habe, so dass ich diesmal von der Veröffentlichung vieler Abbildungen abstehen und mich auf eine Auswahl beschränken musste. Hoffentlich werde ich ein anderes Mal die Gelegenheit dazu finden, eine grössere Anzahl von ihnen mittheilen zu können. Dies betrifft besonders die Entwicklung des Glaskörpers, die Altersverschiedenheiten seines Gewebes, den Bau der Zonula Zinnii und die Verschiedenheiten des Glaskörperbaues bei den Thieren. Aus diesen Capiteln kann ich also wegen Mangel an Abbildungen nur einzelne Bruchstücke mittheilen; diese reichen jedoch meiner Ansicht nach hin, um darzulegen, dass die fraglichen Capitel durchgreifende, auf gute Abbildungen gestützte Untersuchungen erfordern.

Meine Untersuchungen sind, wie ich schon hervorgehoben habe, an verschiedenen Repräsentanten des Wirbelthierreichs ausgeführt, nämlich an Augen von *Hecht, Salamander* und *Frosch,* von *Huhn, Kaninchen, Schwein, Schaf, Ochsen, Katze, Hund* und *Mensch.* Da ich aber des Raumes wegen nur von einigen Geschöpfen Abbildungen mittheilen kann, werde ich mich hauptsächlich auf das Auge des *Menschen* und *Kaninchens* beschränken, ausserdem aber auch von dem des *Frosches* einige Figuren hinzufügen.

Was die von mir angewandten Methoden anbelangt, so habe ich manche verschiedene Erhärtungsflüssigkeiten versucht. Als die besten haben sich die 3 % Bichromatlösung und die Flemming'sche Flüssigkeit bewährt.

[1] FR. MERKEL, Handbuch der topographischen Anatomie, Bd 1, 1887.

[2] A. TOPOLANSKI, Ueber den Bau der Zonula und Umgebung nebst Bemerkungen über das albinotische Auge. Archiv für Ophthalmologie. Bd. 37, 1891.

[3] R. v. GARNIER, Ueber den normalen und pathologischen Zustand der Zonula Zinnii. Archiv für Augenheilkunde, Bd 24, 1892.

Aber die Sublimatlösung (1—2 %) zeigt sich auch dafür brauchbar. Ein langsames allmähliges Ueberführen der Präparate in Alkohol ist jedenfalls zu empfehlen. Ebenso eine sehr langsame und stufenweise geschehende Einbettung in Celloidin, und zwar nach einseitiger Öffnung der Sclera; gerade bei dem letzten Ueberführen der Augen in dickes Celloidin sinkt das Glaskörpergewebe gerne ein; hierdurch wird das Material oft verdorben.

Zur Färbung des eigentlichen Glaskörpergewebes habe ich die Anilinfarben sehr vortheilhaft gefunden, und zwar v. A. Gentianaviolett, Säurefuchsin, Rosanilin, Dahlia- und Bismarckbraun. Bei der Anwendung aller dieser Farben muss aber das Celloidin vorher entfernt werden. Da diese Procedur oft schwer ist und besonders leicht die Zonula in Unordnung bringt, ist es von grossem Nutzen, eine Färbungsmethode anzuwenden, bei welcher das Celloidin, ohne mitgefärbt zu werden, in den Präparaten bleiben kann: zu diesem Zweck habe ich das *Rubin* vortrefflich gefunden.

Was die *erste* Entwicklung des Glaskörpergewebes betrifft, so wissen wir ja aus der Entwicklungsgeschichte, dass es »in Verbindung mit den eindringenden Blutgefässen» entsteht; vom Anfang an ist es aber so sparsam vorhanden, dass man kaum von einem von aussen her eindringenden Gewebe sprechen kann. Es entwickelt sich aber allmählig in der Umgebung der Gefässe, theils rings um den Stamm und die Aeste der Arteria hyaloidea, also in dem Raum hinter der Linse und an den Seiten derselben, theils auch nach aussen von den Vasa hyaloidea propria; an dem letzteren Ort bildet sich nämlich allmählig eine dünne, streifig erscheinende Schicht, welche die genannten Gefässe immer mehr von der Retina entfernt. Bei verschiedenen Thieren herrschen aber auch in dieser Hinsicht verschiedene Verhältnisse.

In dem in dieser Weise in der Umgebung der Blutgefässe entstehenden Glaskörpergewebe liegen hier und da Zellen zerstreut, die theils rundlich, theils spindelförmig sind. Diese Zellen stehen oft mit den Blutgefässen in naher Verbindung. Bald sieht man sie sogar mit der Gefässwand direkt zusammenhängen, bald schiessen sie kettenweise, ja sogar in strangartiger Anordung von derselben aus. Ein Theil dieser Zellen gehören offenbar zu den sich neu entwickelnden Blutgefässen; es ist sogar möglich, dass die meisten solcher Natur sind, da aber manche noch eine rundliche oder spindelförmige Gestalt haben und in dem Gewebe zerstreut liegen, so lässt es sich von vornherein nicht entscheiden, ob nicht ein Theil von ihnen dem Gewebe angehören und bei dessen Bildung eine Rolle spielen. Dies ist für die Entstehung des Glaskörpergewebes eine fundamentale Frage, welche nicht ohne Weiteres entschieden werden kann.

Nachdem die Vasa hyaloidea propria in bekannter Weise verschwunden sind, erkennt man in dem streifig erscheinenden Gewebe noch immer, aber in verschiedener Anzahl, zerstreut liegende rundliche Zellen; diese von den Forschern beschriebenen Zellen bilden aber kein zusammenhängendes Zellennetz, wie man zuweilen angenommen hat; bald sind sie sehr sparsam, bald in etwas reichlicherer Menge vorhanden; ihre umregelmässig zerstreute Anordnung deutet nicht auf bestimmte Structurverhältnisse hin, obwohl das sie umgebende feine Faserwerk hier und da mit ihrem Protoplasma zusammenzuhängen scheint. In weiten Partien des Gewebes sind aber keine Zellen zu finden; sie machen deshalb im Ganzen den Eindruck zufälliger Elemente.

Die spätere foetale und nach der Geburt stattfindende Entwicklung des Glaskörpers habe ich v. A. beim Kaninchen und Menschen untersucht, ich werde doch diesmal, unter Hinweis auf die Figuren, nur einige Punkte davon besprechen. In der Fig. 1 der Taf. XXXII habe ich bei schwacher Vergrösserung den Meridionalschnitt eines 1-tägigen Kaninchens dargestellt. Hier sieht man den Glaskörper aus zwei Abtheilungen bestehen, einer centralen, um die Arteria hyaloidea und deren Aeste belegenen, nach vorn hin sich trichterförmig öffnenden und einer nach aussen davon bis an die Retina reichenden Partie. Diese Abtheilungen des Glaskörpers sind allen Forschern bekannt, welche die Entwicklung des Auges und der Augengefässe studirt haben. Wir haben es hier mit dem Cloquet'schen Kanale zu thun, an dessen Wandung hin und wieder eine besondere, sogar glasartige Haut beschrieben wurde. Haensell hat diese Frage am besten behandelt; er beschrieb hier eine Verdichtung des faserigen Gewebes der äusseren Partie des Glaskörpers gegen die centrale Partie. Dies ist gerade richtig. Eine »hyaloide» Haut ist hier nicht vorhanden, sondern nur eine *verdichtete Grenzschicht,* welche nach aussen hin direkt in das eigentliche (peripherische) Glaskörpergewebe übergeht. In der Fig. 10 der Taf. XXVIII habe ich diese Grenzschicht (*gt*) zwischen dem Trichter- (*t*) und dem äusseren Glaskörpergewebe (*gl*) vom *Kaninchen* und in der Fig. 1 der Taf. XXIX die ganze vordere Partie des Trichters vom *Menschenfoetus* wiedergegeben.

Wenn man nun die beiden an den Seiten dieser Fasergrenzschicht befindlichen Gewebspartien genauer studirt, findet man schon bei geringerer Vergrösserung einen verschiedenen Bau. In dem Trichter ist das Gewebe grossmaschiger, und bei stärkerer Vergrösserung zeigt es die in der Fig. 6 der Taf. XXVIII (vom Kaninchen) wiedergegebene Structur; es besteht aus langen, theilweise körnig erscheinenden Fasern, welche in verschiedenen Richtungen ziehen und einander kreuzen; im Allgemeinen verlaufen die meisten Fasern der Länge des Trichters nach; die Maschen bekommen dadurch eine in dieser Richtung ausgezogene Gestalt. Beim Menschenfoetus (Fig. 2 der Taf. XXIX) zeigt das Gewebe ungefähr dasselbe Aussehen. Es handelt sich offenbar um ein Geflecht von feinen Fasern, an denen Körner perlschnurartig angeordnet sind; dass diese Körner von einem Niederschlag aus der umgebenden Flüssigkeit herrühren, konnte nicht dargelegt werden, da in den Maschen zwischen den Fasern keine körnige Masse nachweisbar war. Von dieser Beschaffenheit ist nun das rings um die Blutgefässe befindliche Gewebe in dem Cloquet'schen Kanale und der trichterförmigen Fortsetzung desselben hinter der Linse. An der verdichteten Grenzschichte geht es ohne scharfe Grenze in das Gewebe derselben über. Dieses letztere besteht aus einer dichten Lage von Fasern, welche der Länge des Kanales parallel verlaufen und nach aussen hin allmählig in das umgebende Gewebe des Glaskörpers übergehen (Fig. 1 der Taf. XXIX). Nach vorn hin biegt sich diese Schicht, als die Grenzschicht des Trichters, nach aussen hin und schmiegt sich dem hinteren Umfang der Linse an; in früheren Perioden des Foetallebens lässt sie aber hinter der Linse einen von dem oben beschriebenen Trichtergewebe aufgenommenen, spalt- oder schalenförmigen Raum offen, in späteren dagegen legt sie sich der Linse immer mehr an. Der Trichterraum wird nämlich allmählig verkleinert, indem die Blutgefässe bekanntermassen obliterirt und dann strangförmig werden, um zuletzt durch eine Art Auflösung zu verschwinden. Nach den Seiten hin, seitlich von der Linse findet beim Menschen im späteren Theil des Foetallebens, beim Kaninchen nach der Geburt eine Abgrenzung des eigentlichen Glaskörpers von der nach vorn davon belegenen Zonularegion statt. Dies geschieht dadurch, dass die Grenzschicht des Trichters sich immer mehr nach den Seiten hin fortsetzt, hinter den Ciliarprocessen nach hinten umbiegt und sich an die Pars ciliaris retinæ anlegt. Das Auftreten dieser *vorderen Grenzschicht des Glaskörpers* geschieht aber sehr langsam, und erst im jugendlichen und noch mehr im erwachsenen Zustande ist eine solche Schicht, worauf ich unten zurückkommen werde, in prägnanter Weise darstellbar.

In dem nach aussen vom Trichter befindlichen, weitaus grössten Theil des Glaskörpers, dem eigentlichen Glaskörper, sieht man nach der Erhärtung in Kalibichromat, Chromsäure, Ueberosmiumsäure, Sublimat oder Alkohol, besonders schön aber nach der Behandlung mit Flemming'scher Lösung und nachheriger Celloidineinbettung nebst Färbung in Anilinfarben, schon bei mittlerer Vergrösserung einen deutlich faserigen Bau. Bei stärkerer Vergrösserung löst sich nun das sämmtliche Gewebe *in ein äusserst intricates Geflecht feinster Fasern auf,* welche sich in den verschiedensten Richtungen kreuzen und hier und da zu engeren Knotenpunkten zusammentreten, ohne jedoch netzförmig zusammenzuhängen. Die Fasern haben ein ziemlich steifes, hier und da gekörntes Aussehen und lassen zwischen sich offene Maschenräume, in welchen man keine Structur sieht, sondern nur das Vorhandensein der eigentlichen, wässrigen, Protein- und salzhaltigen Glaskörperflüssigkeit annehmen kann. Die Fig. 7 und 8 der Taf. XXVIII stellen das Aussehen des mit Fuchsin gefärbten Gewebes aus dem Glaskörper des *Kaninchens* dar. Einzelne körnige Zellen sind wohl noch in dem späteren Foetalstadium und sogar noch in den Perioden nach der Geburt wahrzunehmen, doch treten sie sehr spärlich auf und ähneln in hohem Grade Leucocyten (Fig. 8), weshalb viel für die Ansicht spricht, dass sie in dieser Periode wandernde Gäste sind.

Beim *Menschen* (Taf. XXIX, Fig. 3—6) ist in gut gelungenen Präparaten die Beschaffenheit des Gewebes noch charakteristischer. Vor Allem ist dies in der späteren Hälfte des Foetallebens der Fall. Zwar ist der Bau nicht überall ganz derselbe. Ueberall ist jedoch die faserige Natur stets vorhanden. Bald treten die Fasern in der Gestalt scharf markirter feiner Stränge auf, welche sich in der verschiedensten Weise kreuzen und hier und da in Kreuzpunkten zusammenlaufen, ohne aber unter einander zu anastomosiren. In guten Präparaten giebt dieses Fasergeflecht wahrhaft schöne Bilder, welche sogar in allem ihrem reichlichem Gewirr eine gewisse Regelmässigkeit und ein typisches Aussehen darbieten. Auf diesen Fasern liegen eigenthümliche, glänzende Kügelchen oder Körnchen von etwas wechselnder Grösse zerstreut (Fig. 4 der Taf. XXIX); die Natur dieser Körnchen habe ich nicht eruiren können; sie sind in wechselnder Zahl vorhanden, scheinen aber in dieser Periode constant vorzukommen; dass sie ein Niederschlag sind, ist kaum anzunehmen, da sie in den Spaltenräumen zwischen den Fasern frei nicht vorkommen. Hier und da verdichtet sich das Gewebe, indem eine grössere Zahl

von Fasern zusammenlaufen, in anderen Partien ziehen sie wieder aus einander und lassen grössere Räume frei (Fig. 4), in denen sich die Glaskörperflüssigkeit befindet. Das Fasergewebe ist aber auch im späteren Foetalleben nicht überall so scharf ausgeprägt. In anderen Partien desselben Glaskörpers, v. A. weiter nach hinten, zeigt es sich feinfaseriger; in etwas jüngerem Stadium, aus der Mitte der Foetalperiode, ist dies auch der Fall. In der Fig. 3 der Taf. XXIX ist eine Partie eines solchen Gewebes wiedergegeben; in demselben sieht man nun auch zellige Elemente zerstreut, von deren körnigem Protoplasma Fortsätze in verschiedenen Richtungen auslaufen, die in die Fasern des Gewebes überzugehen scheinen. Ich habe mir recht viel Mühe gegeben, um zu eruiren, ob hier wirklich ein Zusammenhang der Gewebsfasern mit den Zellen vorhanden ist, ich habe es aber sehr schwierig gefunden, dieses mit voller Sicherheit zu entscheiden. Oft scheint in der That ein solcher Zusammenhang ganz deutlich vorzuliegen, dann kommen aber wieder Bilder vor, welche darauf hindeuten, dass die Zellen ihre protoplasmatischen Fortsätze den Fasern nur anschmiegen. Sollte wirklich ein Zusammenhang vorliegen, so wäre die Entstehung des Fasergerüstes im Glaskörper aufgeklärt. Es giebt aber mehrere Verhältnisse, welche dagegen sprechen, v. A. die Spärlichkeit der Zellen und ihr vollständiges Fehlen in grossen Partien des Glaskörpers. In den späteren Perioden des Foetallebens und nach der Geburt ist die Anzahl der Zellen ebenfalls sehr spärlich und wechselnd, obwohl die Masse der Glaskörpersubstanz noch immer zunimmt.

Es ist offenbar dieses Fasergerüst, welches Bowman schon im Jahre 1849 in Chromsäurepräparaten des foetalen menschlichen Auges gesehen und erwähnt hat, obwohl es von ihm als netzförmig aufgefasst und auch so in seiner kleinen Figur abgebildet worden ist. Wahrscheinlich haben auch mehrere andere Forscher das Gerüst wahrgenommen, z. B. Rud. Virchow, C. O. Weber und Carl Blix, obwohl sie es für ein zusammenhängendes Zellennetz angesehen haben. Am sichersten und richtigsten haben Ciaccio und Hans Virchow den Bau des Glaskörpergewebes beschrieben. V. A. ist die, leider sehr kurze, Schilderung des letzteren Forschers durch und durch zutreffend. Auch diejenige von Haensell ist in mehrerer Hinsicht bemerkenswerth, obwohl sie meiner Ansicht nach an mehreren irrigen Anschauungen leidet, und zwar besonders im Betreff der Angaben über die Zellen. Sonderbarer Weise giebt es, ausser der kleinen Holzschnittsfigur von Bowman vom Jahre 1849, keine einzige Abbildung vom feineren Bau dieses Gewebes, eine Lücke, welche die hier unten mitgetheilten Abbildungen zum Theil ausfüllen dürften.

Einige Zeit nach der Geburt verändert sich, wie Haensell hervorgehoben hat, das Glaskörpergewebe des Kaninchenauges in der Weise, dass die Fasern noch heller erscheinen und sie die Farbstoffe weniger aufnehmen; ihre Anordnung verbleibt dieselbe. An einigen ziemlich bestimmten Stellen treten aber Verdichtungen der Substanz auf, welche derselben Natur sind, wie die Wandschicht des Cloquet'schen Kanales und des Trichters. Erstens findet sich in der Regel etwas nach aussen von dieser Wandschicht eine solche verdichtete Zone, welche auf Meridionalschichten beiderseits als dunklere Streifen imponirt und in einiger Entfernung vom Trichter, der Wandung desselben ziemlich parallel, nach der Gegend der Ora serrata hin zieht (Fig. 1 der Taf. XXXII; Fig. 4 und 9 *st* der Taf. XXVIII). Allmählig verdichtet sich auch, wie Haensell im Betreff des Kaninchenauges hervorgehoben hat, die äussere, peripherische Schicht des Glaskörpers, diese »Schicht» als eine besonders gebaute Partie des Glaskörpers aufzufassen, halte ich jedoch kaum für nöthig; indessen mag hier bemerkt werden, dass dieselbe vom Anfang an concentrisch streifig angelegt ist. Ferner verdichtet sich, wie oben bemerkt wurde, allmählig die vordere Grenzschicht des Glaskörpers gegen den Petit'schen Raum hin (Fig. 5 *vg* der Taf. XXVIII), indem sich hier eine Art von zuweilen hyalin erscheinender, aber faserig gewebter Haut ausbildet, die keineswegs, wie es von vielen Forschern angenommen worden ist, mit der Hyaloidea etwas zu thun hat. Schliesslich bemerkt man in älteren Kaninchenaugen, ebenso in Schwein-, Katzen- und Hundaugen, wie hier und da verdichtete Membranen, welche die Anilinfarben stärker aufnehmen, sich vom vorderen Umfang des Glaskörpers, d. h. von dessen vorderer Grenzschicht ablösen und in die Glaskörpersubstanz hineinziehen, um sich in ihr zu verlieren. Man findet bei diesen Thieren Verhältnisse, welche beim erwachsenen Menschenauge regelrecht vorkommen. Da ich aber auf den Tafeln für meine Abbildungen hiervon keinen Platz finden konnte, so werde ich bei den genannten Thieren auf diese Verhältnisse nicht eingehen. In dem Glaskörper des Kaninchens (und der Katze) treten während der foetalen Entwicklung ausserdem eine Art Fasern auf, die ich kurz besprechen werde. In der Fig. 4 der Taf. XXVIII sind sie angedeutet worden. Sie ziehen als scharf begrenzte und stark färbbare gerade Fasern von den Wandungen der Blutgefässe des hinter dem seitlichen Linsenumfange befindlichen Trichtergewebes und ziehen in radiirender Richtung durch das Glaskörpergewebe weit nach aussen hin. In der Fig. 2 der Taf. XXXII habe ich

bei starker Vergrösserung eine Partie einer solchen Faser abgebildet, um zu zeigen, wie sie sich bei dem Verlaufe durch das Gewebe verhält, das sie gleichsam wie ein Strickwerk mit sich zieht. Im *Frosch*auge werden wir ein ähnliches, aber noch prägnanteres Beispiel solcher Fasern wiederfinden.

Im Glaskörper des *Menschen* treten aber in der weiteren Entwicklung noch eigenthümlichere und charakteristischere Veränderungen auf. In den ersten Kinder- und Jugendjahren sind wohl diese Veränderungen in der Regel unbedeutend. Das Gewebe erscheint feinmaschig gewebt; von dem Cloquet'sche Kanal zeigen sich nach dem Verschwinden der Arteria hyaloidea nur schwache Spuren, und von dem grossmaschigeren Trichtergewebe findet man hinter der Linse nur sehr wenig übrig. Eine vordere Grenzschicht gegen den Petit'schen Raum bildet sich allmählig am vorderen Umfang des Glaskörpers aus; dieselbe ist jedoch noch im dritten Jahre sehr dünn und erst nach dem 20:sten Jahre tritt sie schärfer hervor, nach dem 30:sten ist sie in der Regel ziemlich kräftig und in späterem Alter kann sie eine bedeutende Dicke haben (Fig. 5 und 6 der Tafel XXX). Indessen scheinen individuelle Verschiedenheiten häufig vorzukommen, so dass es schwer ist, in dieser Hinsicht etwas Allgemeingültiges anzugeben. Von Interesse wäre es gewiss, sowohl in Betreff dieser wie der übrigen Altersverschiedenheiten des Glaskörperbaues eine viel umfassendere Untersuchung vorzunehmen, als bis jetzt geschehen ist. Mir stand in dieser Hinsicht gutes Material nicht in hinreichender Menge zur Verfügung.

Ich werde diesmal nur ein ausgeprägtes Stadium vorlegen und wähle zur Darstellung die Augen aus dem mittleren Alter (30—45 Jahre), von denen ich gutes Material in hinreichender Menge besitze.

Was nun das eigentliche Glaskörpergewebe betrifft, so findet man beim erwachsenen Menschen nach der oben erwähnten Behandlung (mit Flemming'scher oder Kalibichromatlösung und Anilinfärbung) ein Gerüstwerk von dem oben beschriebenen Charakter wieder. Es sind (Fig. 5 der Taf. XXIX) bei stärkerer Vergrösserung deutlich sichtbare, feine, gekörnte Fasern, welche sich in den verschiedensten Richtungen kreuzen und hier und da zu Knotenpunkten zusammenlaufen; es ist zwar schwer zu eruiren, ob hier Verbindungen vorkommen; da solche aber beim Foetus auszuschliessen waren, so ist es wohl kaum anzunehmen, dass sie sich beim Erwachsenen finden. Hier und da trifft man die von mehreren Forschern im Glaskörpergewebe erwähnten glänzenden zackigen Punkte, die einige als veränderte Zellen oder gar als Kerne aufgefasst haben (Taf. XXIX, Fig. 8). Ihre ursprüngliche Natur ist indessen äusserst schwer zu bestimmen.

Bei Erwachsenen unterliegt aber das Glaskörpergewebe bekanntlich oft einer Art Auflösung, so dass Partien desselben verschwinden und ihr Platz nur von Flüssigkeit eingenommen wird. Diese Veränderung kann zuweilen schon in jugendlicher Zeit eintreffen. Im mittleren Alter scheint sie aber fast die Regel zu sein. Diese Auflösung besteht aus einer Rarefication des Gerüstwerkes. In der Fig. 6 der Taf. XXIX habe ich eine solche Partie wiedergegeben. Die Glaskörperauflösung kommt v. A. in der hinter der Linse belegenen Region vor; man sieht in solchen Augen nach der Erhärtung unregelmässige, mit einander mehr oder weniger zusammenhängende Räume, welche durch Fetzen des Glaskörpergewebes umgeben sind.

Giebt es nun, ausser dieser Gerüststructur, noch einen besonderen Glaskörperbau? Dieses Problem, welches Hannover schon vor mehreren Jahrzehnten gelöst zu haben glaubte und an dessen Lösung Brücke und A. sich so eifrig betheiligt haben, ist mit den neueren Methoden nicht unlösbar. Sicherlich hat man jedoch über das Ziel hinaus geschossen, als man annahm, dass der Glaskörper wie eine Apfelsine oder eine Zwiebel gebaut ist und ihn als so gebaut beschrieb. Derartige Bauverhältnisse sind hier gewiss nicht zu finden.

»*Membranen*» giebt es im Glaskörper des Erwachsenen, aber nicht von der Art, wie man früher angenommen, und nicht in der regelmässigen Anordnung, wie man sie geschildert hat. Wenn man von der eigentlichen *Hyaloidea* absieht, giebt es am und im Glaskörper des menschlichen Auges *keine anderen membranösen Gebilde* als *Verdichtungen des gewöhnlichen Glaskörpergewebes*. Diese membranösen Verdichtungen, von denen im jugendlichen Auge nur geringe Anlagen nachweisbar sind, treten später, v. A. in dem mittleren Alter in gewissen Partien des Auges deutlich und oft reichlich hervor, ohne aber eine bestimmte Regelmässigkeit darzubieten. Diese Partien gehören dem seitlichen und vorderen Umfang des Auges an.

Was die *Hyaloidea* betrifft, so ist es schwer zu verstehen, dass es Forscher geben kann, welche ihre Existenz negiren. An jedem vorsichtig herausgenommenen Glaskörper, v. A. wenn dieses einen oder ein paar Tage nach dem Tode geschehen ist, erkennt man sowohl makro- wie mikroskopisch diese den Glaskörper eng umgebende, äussert dünne, aber auffallend starke, sich faltende, structurlose und glasklare Haut, an deren Innenfläche die bekannten

spindelförmigen oder verzweigten, mehr oder weniger abgeplatteten Zellen in ziemlich bestimmten, obwohl gar nicht regelmässigen Zwischenräumen zerstreut liegen (Taf. XXX, Fig. 9). Dass man sie als mit der Limitans interna retinæ identisch ansehen konnte, habe ich nie verstehen können, da die letztere keine Haut ist, sondern nur der äusseren Contour der Retina entspricht und aus den mosaikartig aneinander liegenden Endflächen der Müller-schen Stützfasern besteht, daher durch Versilberung an der Innenfläche der Retina ein bei verschiedenen Thieren verschieden gestaltetes Feldermosaik dargelegt werden kann.[1] Aus den neueren schönen Untersuchungen Oscar Schultze's über die Entwicklung der Retinagefässe geht hervor, dass die Hyaloidea genetisch der Retina angehört. Dagegen ist nichts einzuwenden, sofern man sie von der Limitans interna nur morphologisch trennt. Bei der Untersuchung des Glaskörpers wird die Hyaloidea jedoch immer eine Rolle spielen, indem sie mit dem Glaskörpergewebe so innig verbunden ist, dass sie sich nicht ohne zu zerreissen abtrennen lässt. Nach vorn von der Or serrata spaltet sich die Hyaloidea aber *nicht,* wie man so lange und so oft, ja hin und wieder noch in der letzten Zeit, behauptet hat, sondern sie geht ungespalten als die Glashaut der Pars ciliaris retinæ nach vorn weiter. Es *stülpt sich also keineswegs ein Blatt der Hyaloidea als vordere Begrenzung des Glaskörpers gegen den Canalis Petiti nach innen hin* in die Fossa patellaris hinein. Die *vordere Grenzschicht des Glaskörpers,* von welcher schon oben die Rede gewesen ist, *ist keine hyaloide Membran.* Zwar kann sie sowohl in Flächenausbreitung wie im Querschnitt so erscheinen, dies rührt aber nur von einer sehr dichten Zusammenpackung der Fasermassen, her, aus welchen sie besteht. In der Fig. 4 der Taf. XXX ist eine Partie dieser Grenzschicht in Flächenausbreitung, aber in wellenförmig gefaltetem Zustande, und in den Fig. 5 und 6 derselben Tafel in Querschnitten dargestellt. In keinem dieser Präparate tritt eine Structur hervor. Die Querschnitte zeigen eine auffallend verschiedene Dicke; sie rühren aus den Augen zweier Individuen von verschiedenem Alter her; die dickere Grenzschicht hatte dem Auge einer über 40 Jahre alten Person angehört. In Präparaten aus demselben Auge liess sich nun in der Grenzschicht, wenn man sie bis an den Linsenumfang verfolgte, ein sehr deutlicher Bau nachweisen. In der Fig. 7 der Taf. XXX habe ich eine Partie der fraglichen Schicht abgebildet, wo sie sich in eine Menge von Blättern aufgelöst zeigt. Wenn man sie unter dem hinteren Linsenumfang weiter verfolgte, sah man mit vollständiger Sicherheit, dass von der Grenzschicht selbst sich eine bedeutende Partie ablöste, und zwar in wellenförmig gewundenen, gestreiften Bündeln, welche bald nach hinten hin umbogen und in die Glaskörpersubstanz hineinzogen, um nach einem gewissen Verlauf sich in eine Masse distinkter Fasern aufzulösen, die in das umgebende Glaskörpergewebe übergingen. Hinter der Linsenmitte wird die Grenzschicht durch diese Abtrennung faseriger Lamellen so verdünnt, dass man sie zuletzt kaum noch sieht; das Glaskörpergewebe hängt hier der Linsenkapsel ohne eigentliche Grenzschicht eng an.

Wenn man die Grenzschicht wiederum nach aussen hin verfolgt, so sieht man in dem Meridionalschnitt des Auges faserig gebaute Lamellen sich von ihrer Innenseite abtrennen und in die Substanz nach hinten hin ziehen (Taf. XXX, Fig. 3), um sich zuletzt nach wellenförmigen Biegungen, in Faserbündel, die Pferdeschwänzen nicht unähnlich sind, aufzulösen und in die umgebende Substanz überzugehen und zu verschwinden. Solche faserige »Lamellen» oder »Membranen» trennen sich in verschiedenen Augen in wechselnder Anzahl von der Grenzschicht ab.

In der Nähe der Ora serrata löst sich nun die ganze Grenzschicht in derselben Weise auf, indem sie sich in mehrere Faserlamellen trennt, welche zum Theil in verschiedenen Niveaux nach innen hin umbiegen und sich in welligem Verlaufe in das Innere des Glaskörpers hineinsenken, um sich dort in Faserbündel oder, richtiger, Fasermembranen mit unbestimmter Begrenzung aufzulösen, die in die Glaskörpersubstanz übergehen und in ihr verschwinden (Taf. XXX, Fig. 1). Oft kann man sie bis zu zwei Dritteln des Glaskörpers nach hinten hin verfolgen. Ein bedeutender Theil der fraglichen Fasersysteme legt sich aber dem äusseren Umfang des Glaskörpers an und zieht in dicker Schicht nach innen von der Hyaloidea und parallel mit ihr nach hinten hin weiter. Hierdurch entsteht die concentrisch gestreifte Schicht des Glaskörpers, die man schon längst als ein System peripherischer, concentrischer Lamellen mit zwischen ihnen befindlichen Spaltenräumen beschrieben hat. Die concentrische Anordnung der Fasersysteme ist, v. A. im Auge des erwachsenen Menschen, vorhanden, eine Zusammensetzung aus verschiedenen Lamellen und Spaltenräumen findet sich aber nicht, sondern eine solche Auffassung ist nur durch die künstlichen Präparationsmethoden (Gefrieren u. s. w.) hervorgerufen worden. Das ganze Gewebe hängt überall zusammen; es sind nur gewissermassen verschiedene Strömungen seiner Fasersysteme, seines Gerüstwerkes, vorhanden.

[1] Gustaf Retzius, Om membrana limitans retinæ interna, Nordiskt Medicinskt Arkiv, Bd 3, 1871.

Die hier beschriebenen »Membranen» sind offenbar, obwohl in verschiedener Weise, von mehreren Forschern gesehen und beschrieben worden. Wenn ich auch von den mehr gekünstelten Darstellungen älterer Anatomen absehe, so sind sie u. A. sicher von IWANOFF, SCHWALBE und STRAUB wahrgenommen worden, obwohl dieselben ihre Structur und ihre Natur nicht ganz richtig aufgefasst haben. IWANOFF und STRAUB sahen in diesen wellenförmigen Fasersystemen des Glaskörpers an der Ora serrata Ursprungsfasern der Fasern der Zonula Zinnii. Dies ist, wie auch TOPOLANSKI sagt, sicherlich unrichtig; mit dem Ursprung der Zonulafasern haben sie nichts zu thun.

An Schnitten, die das Auge weit gegen die Ora serrata hin in sagittaler Richtung getroffen haben, wodurch eine seitliche Partie des Bulbus zur Ansicht kommt, erhält man von diesen membranösen Anordnungen der Glaskörpersubstanz, besonders wenn die Schnitte dick und gut gefärbt sind, oft sehr schöne Bilder. In der Fig. 2 der Taf. XXX ist ein solches Präparat wiedergegeben. Man erkennt hier die Gegend der Ora serrata als eine quer über das Auge verlaufende Linie, von welcher die membranöse Verdichtungszone, einer gefalteten Gardine ähnlich, nach hinten hinabhängt. Nach vorn von der Linie der Ora serrata erkennt man nur vereinzelte »Membranen», welche den helleren Raum zwischen ihr und der vorderen Grenzschicht durchziehen. Solche Membranen sind auch in den Fig. 1—4 der Taf. XXXI unter der Grenzschicht angedeutet.

Nachdem ich also den Bau des Glaskörpers im Auge des Menschen besprochen habe, würde es von Interesse sein, dieses eigenthümliche Organ auch bei verschiedenen Repräsentanten der Wirbelthierklassen zu berühren. Da aber dieser Band schon weit über die vorgesteckten Grenzen hinaus angewachsen ist, muss ich diesmal davon abstehen. Nur einen einzigen Repräsentanten, denjenigen der Amphibien, werde ich kurz besprechen. Im *Froschauge* (Fig. 10 der Taf. XXXII) erkennt man nach hinten von der schönen Zonula — welche aus einer geringen Anzahl meist straff gespannter feiner Fasern besteht, die vom Corpus ciliare in schmal dreieckiger Gestalt (Meridionalschnitt) nach dem Linsenäquator ziehen, um sich dort sowohl vorn als hinten etwas umgebogen zu befestigen (Taf. XXXII, Fig. 11) — noch ein System feiner, straff gespannter Fasern, welche von dem bekannten Ringgefäss nach vorn von der Ora serrata ausstrahlen. Von hier aus radiiren diese eigenthümlichen Fasern nach hinten hin und lassen sich bis zum Augenhintergrunde verfolgen. Sie durchziehen in dieser Weise den ganzen Glaskörper, in ihm gewissermassen ein Strickwerk bildend. An die Hyaloidea angelangt, inseriren sie sich an ihr vermittelst dreieckigen Ansätzen (Fig. 12 und 13 der Taf. XXXII), und zwar bald an Stellen, wo Blutgefässe in der Membran liegen, bald an Stellen zwischen solchen. Zwischen diesen glasartig und steif erscheinenden Fasern findet sich das feinfaserige Glaskörpergewebe, welches sich auch in den Petit'schen Raum hinein zu erstrecken scheint.

Bevor ich diese Abhandlung abschliesse, habe ich indessen noch die *Zonula Zinnii* oder *ciliaris* zu berühren. Ich werde es aber ganz kurz thun, um so mehr, als ich diesmal nur eine Auswahl von Abbildungen mittheilen kann, und eine eingehende Beschreibung dieses interessanten Gebildes, um recht verstanden zu werden, eine grössere Anzahl von Figuren erfordert.

Es ist von mehreren Forschern (LIEBERKÜHN, ANGELUCCI, LOEWE, SCHWALBE, HAENSELL u. A.), welche die Entwicklung des Auges und v. A. des Glaskörpers studirt haben, schon vor langer Zeit hervorgehoben worden, dass die Zonula in ihrem Ursprung aus dem vorderen Glaskörpergewebe entsteht, obwohl auch in dieser Hinsicht einige Differenzen der Meinungen hervorgetreten sind. Die erwähnte Thatsache lässt sich im Kaninchenauge leicht bestätigen. Die Fig. 1—4 der Taf. XXVIII beweisen zur Genüge, dass das Glaskörpergewebe, d. h. das Gewebe des Trichters, sich in Verbindung mit den Blutgefässen der »Membrana capsularis» Anfangs nach vorn, erstreckt und die Linse umfasst. In dem im Raume zwischen dem Ciliarkörper und der Linse befindlichen Glaskörpergewebe entsteht dann ein System von feinen Fasern, die sich zwischen den genannten Theilen ausspinnen. Sie sind anfangs sehr fein und dicht liegend und befestigen sich oft an den Blutgefässen. Allmählig grenzt sich nun der eigentliche Glaskörper von dem nach vorn davon befindlichen, auf dem Querschnitt dreieckigen Raume ab, welcher später zum Petit'schen Raum wird. Das noch zurückgebliebene Glaskörpergewebe wird nebst den Blutgefässen resorbirt, und nur die genannten Fasern bleiben. Sie vermehren sich durch die Bildung (Ausscheidung) neuer Fasern und wachsen mit der Grösse des Auges. Im foetalen Auge der Säuger (auch des Menschen) ist, wie zuerst CZERMAK nachgewiesen hat, die Anzahl der Zonulafasern viel grösser als später im Auge des Erwachsenen. Es entsteht also wieder eine Auflösung vieler Fasern.

Unter den hier veröffentlichten Abbildungen der Zonula finden sich zwei, welche aus dem Auge eines 3-jährigen Kindes herrühren. Die Fig. 6 und 7 der Taf. XXXI stellen Querschnitte des Ciliarkörpers, d. h.

der Ciliarprocesse, dar, in welchen die Zonulafasern in *natürlicher* Lage zu sehen sind. Um die Ciliarprocesse herum sind sie zum Theil zu unterbrochenen Lamellen angeordnet; es giebt aber auch eine Menge von Zonulafasern, welche sich solchen »Lamellen» nicht unterordnen lassen, sondern hier und da einzeln oder gruppenweise in den Zwischenräumen liegen. Dazu kommen noch alle die feinen Fasern, welche sich in den nach oben von dem von HANS VIRCHOW beschriebenen Simse befindlichen postiridischen Recessen befinden und sich dort grösstentheils in der Nähe der Wände derselben halten. An der hinteren Wand des Petit'schen Raumes verläuft nur eine geringe Anzahl von Fasern, und zwar dicht an der Grenzschicht des Glaskörpers und in kleinen Gruppen sowie in nicht unbedeutenden Abständen von einander; schliesslich liegen in dem freien Raume zwischen dem Glaskörper und den Ciliarprocessen einzelne Fasern oder Gruppen von ihnen zerstreut.

Weiter nach hinten hin, an Querschnitten, wo die Füsse der Ciliarprocesse getroffen sind (Fig. 6 der Taf. XXXI), findet man ungefähr dieselben Verhältnisse wieder; nur liegen hier die Fasern in dem Raume noch mehr zerstreut, ausserdem ist eine grössere Anzahl in der Nähe der Glaskörpergrenze angesammelt. Lamellenartige Ausbreitungen in der Umgebung der Ciliarprocesse sind zwar vorhanden, aber noch unbestimmter und weniger zusammenhängend als weiter nach vorn hin.

Im Auge des erwachsenen Menschen gestalten sich die Verhältnisse etwas anders. In der Fig. 5 der Taf. XXXI ist ein Querschnitt aus ungefähr derselben Region, wie in der eben angeführten Figur, wiedergegeben. Hier sieht man die Querschnitte der Zonulafasern in der Umgebung der Processe in mehr lamellenartiger Ausbreitung; v. A. folgen sie den Thälern und dem seitlichen Umfang der Processe, und zwar in einiger Entfernung von der Oberfläche dieser Theile; an den Gipfeln und der nächsten Partie der Seitenflächen der Processe sind sie im Ganzen spärlicher und dicht anliegend. Die Zonulafasern treten zwar zu Bündeln oder Balken zusammen, bilden aber nie zusammenhängende Lamellen, sind mit einander nicht zu »Membranen» verkittet; man sieht hingegen überall zwischen den Bündeln oder Balken Zwischenräume von grösserem oder kleinerem Umfang; streckenweise vermisst man die Faserquerschnitte vollständig. In der mehr oder weniger engen Spalte, welche die Zonulapartien (»Lamellen») von der Oberfläche der Thäler und Processe trennt,[1] findet man eine grosse Menge von sehr feinen Fasern, welche von den Wänden (der genannten Oberfläche) ausstrahlen und sich den Zonulabündeln anlegen, um ihren Weg mit diesen vereinigt fortzusetzen. Diese feinen Fasern gehen fast immer unter spitzen Winkeln von der genannten Oberfläche aus und verlaufen in meridionaler Richtung nach vorn oder nach hinten hin; nachdem sie die betreffenden Zonulabündel getroffen haben und in ihnen aufgegangen sind, biegen sie sich aus ihrer schiefen Richtung um und folgen den Bündeln vollständig. Diese feinen Fasern sind schon längst von MERKEL und später auch von BERGER u. A. beschrieben worden.

In den Zwischenräumen der Ciliarprocesse verlaufen so weit hinten Fasern und Bündel nur sparsam und vereinzelt; dagegen findet man an der Grenzschicht des Glaskörpers (Taf. XXXI, Fig. 5) die bekannten hinteren Zonulabündel, welche indessen nur in geringer Anzahl vorkommen; sie liegen der Grenzschicht sehr dicht an, sogar oft in Rinnen ihrer Oberfläche eingesenkt.

In den Fig. 1—4 der Taf. XXXI habe ich ferner vier Querschnitte des Ciliarkörpers und der Zonula eines menschlichen Auges (aus dem mittleren Alter) neben einander gestellt; sie sind bei schwacher Vergrösserung ausgeführt und stellen, um die allgemeine Disposition der Zonula zu zeigen, Ansichten derselben, verschieden weit nach vorn hin, dar. Die Fig. 4 giebt die Zonula am weitesten nach aussen, in dem Orbicularraum GARNIER's, wieder; die Fasern sind hier schief getroffen und liegen in zwei lamellenartigen, aber nicht mit einander zu einer zusammenhängenden Membran verkitteten Lamellen, eine in der Nähe der Pars ciliaris retinæ, die andere dicht auf der Grenzschicht des Glaskörpers. Die Fig. 3 ist ein etwas weiter nach innen hin gelegter Schnitt, wo (in der Mitte der Figur) die Füsse der Ciliarprocesse getroffen sind; hier sind die Verhältnisse der Art, wie die oben beschriebene Fig. 5 der Taf. XXXI sie bei stärkerer Vergrösserung wiedergiebt.

In der Fig. 2 ist der Schnitt noch weiter nach innen gelegt. Hier sind in der Mitte der Figur, unter der Iris, die Ciliarprocesse in ihren freien Partien getroffen. Die Bündel der Zonulafasern folgen nicht nur den

[1] Man hat diese »Räume» bekanntlich die Kuhnt'schen benannt, obwohl eine besondere Bezeichnung kaum nöthig ist, nachdem man weiss, dass die Zonulafasern keine zusammenhängende Lamelle bilden und die von KUHNT beschriebene Endothelmembran nicht existirt. Diese Spalte gehört ja der hinteren Kammer an, deren Lumen von zahlreichen Zonulabalken und Fasern durchzogen ist.

Flächen der Ciliarprocesse, sondern sie sind auch recht zahlreich in dem übrigen Petit'schen Raum zerstreut und zeigen einen in verschiedenen Richtungen gehenden Verlauf.

In der Fig. 1 der Taf. XXXI ist der Schnitt an der Kante der Linse gelegt; er zeigt in der Mitte die Faserbündel in der Nähe ihrer Ansätze an die Linse.

Ferner habe ich einige Figuren hinzugefügt, welche das Verhalten der weiter nach vorn hin aus der Glashaut der Pars ciliaris retinæ entspringenden Zonulafasern darstellen. In der Fig. 7 der Taf. XXXII sieht man auf einem Meridionalschnitt eine Menge feiner Fasern von der Glashaut ausgehen und sich theils nach vorn hin, theils auch nach hinten hin wenden, um sich den vorbeiziehenden starken, zu Balken verkitteten Faserbündeln anzulegen und mit ihnen weiter zu ziehen. Berger hat auch die rückwärts ziehenden Fasern erwähnt, scheint sie aber nur sparsam gefunden zu haben; ich sehe sie indessen recht zahlreich, wie die Fig. 7 zeigt. In dieser Weise entsteht in dem Orbicularraum eine eigenthümliche Kreuzung der Fasern. Hier und da sieht man deutlich den Ursprung der feinen Fasern aus der Glashaut, welche sich zuweilen sogar trichterförmig erhebt. In den unter der Iris befindlichen, recht tiefen Recessen finden sich bekanntlich auch feine Fasern, welche von der Glashaut der Wand entspringen; man sieht sie (Fig. 8 der Taf. XXXII) bald quer über den Raum der Recesse verlaufen und sich mit beiden Enden an ihren Wänden befestigen, bald aber in der Mitte des Raumes zusammenlaufen und sich zu Bündeln ordnen, welche aus dem Recessus hinausziehen, um sich den übrigen Zonulabündeln anzulegen.

Was ferner den sog. freien Verlauf der Zonulafasern durch den Petit'schen Raum, d. h. auf ihrer Bahn von den Ciliarprocessen zu der Linse, betrifft, so ist derselbe nunmehr in allgemeinen Zügen so bekannt, dass ich nicht näher darauf einzugehen brauche. Zwar kommen Wechselungen vor, und es sind auch noch interessante Details zu beschreiben; ohne eine grössere Zahl von Abbildungen wäre dieses jedoch ohne wirklichen Nutzen. Ich beschränke mich deshalb diesmal darauf, die Fig. 6 der Taf. XXXII mitzutheilen, in welcher aus dem Auge eines etwa 35-jährigen Mannes einige nicht unwichtige Bauverhältnisse darliegen. Erstens will ich auf die interessanten kurzen und starken Anheftungsfasern hinweisen, welche vom Ciliarprocess ausgehen und eine hintere Zonulafaser, gerade an der Stelle, wo sie winklig nach innen umbiegt, aufhängen; zweitens auf die langen schmalen Fasern, welche ebenfalls vom Ciliarkörper ausgehen, um in rückläufiger Bahn die vorderen und mittleren Fasern zu kreuzen und, an ihnen angeheftet (Fäserchen austauschend), nach innen-hinten an die hintere Seite der Linse zu ziehen. Drittens will ich hier auch die Aufmerksamkeit auf eine Einrichtung lenken, die ich bisjetzt in der Literatur nicht beschrieben gefunden habe; die am Aequator der Linse sich ansetzenden Zonulafasern, die sogenannten mittleren, zeigen an den Anheftungsstellen eigenthümliche, segelartige oder kupolartige Erhebungen. Bei genauerer Betrachtung findet man, dass diese Erhebungen einer Membran entsprechen, an welcher sich die Fasern in schöner Weise ansetzen. Ich werde diese Gebilde ein anderes Mal unter Beifügung von Abbildungen genauer beschreiben. In der That gehören diese segelartigen Erhebungen der von einigen Forschern dargestellten äussersten Schicht der Linsenkapsel an, an welcher sich alle Zonulafasern befestigen. Diese Schicht ist indessen offenbar von anderer Beschaffenheit als die übrige Kapsel; sie löst sich in den Präparaten als eine dünne, homogen erscheinende Membran ab (Taf. XXXII, Fig. 9). Ich werde sie als die *pericapsuläre Membran* bezeichnen. Zwischen ihr und der eigentlichen Linsenkapsel sind kleine abgeschlossene, von Flüssigkeit erfüllte Räume vorhanden. Dass hier keine künstliche Erhebung der Membran vorliegt, geht aus der ganzen Beschaffenheit derselben hervor; es ist aber sehr wahrscheinlich, dass die Erhebungen resp. die Räume allmählig durch den Zug der Fasern entstanden sind.

Was den Ansatz der Zonulafasern an die Linsenkapsel betrifft, so findet er eben an der pericapsulären Membran statt; die Fasern laufen an ihr aus und sind eine verschieden weite Strecke an ihrer Oberfläche zu verfolgen, worauf sie gleichsam mit ihr verschmelzen; die Membran scheint ungefähr dieselbe Beschaffenhet der Substanz zu besitzen wie die Zonulafasern selbst. Da ich diesmal nicht auf die Frage von der Anheftung der Zonulafasern, welche eine besondere Besprechung verdient, eingehen will, so werde ich hier nur auf die Fig. 9 der Taf. XXXII hinweisen, welche eine abgelöste Partie der pericapsulären Membran mit sich ansetzenden Fasern darstellt; in der ganzen Ansatzzone, auch zwischen den Ansatzstellen, findet man eine parallele Faserung, welche wohl als eine Fortsetzung der weiter entfernt angehefteten Zonulafasern aufzufassen ist. Nach aussen von der Ansatzzone lassen sich zwar die Fasern der platt pinselförmig aufgelösten äussersten Zonulabündel eine Strecke verfolgen. Nach aussen davon aber hört jede Faserung auf, und die Membran erscheint vollständig structurlos.

Bevor ich schliesse, will ich zu der kurzen Besprechung der Zonula des Menschen nur ein paar Abbildungen hinzufügen, welche die Verhältnisse bei anderen Säugethieren wiedergeben. In Betreff der Gestalt und der Anordnung der Ciliarfortsätze hat schon Hans Virchow eine Beschreibung geliefert.[1] Beim *Hunde* (Taf. XXXII, Fig. 5) sind die Ciliarfortsätze auf dem Querschnitt ausserordentlich lang und dünn; die Zonulafasern begleiten diese Fortsätze, ihnen fast überall sehr nahe anliegend, als eine lamellenartige Ausbreitung, die jedoch keine verkittete Membran darstellt und nicht zusammenhängend ist. In den Räumen zwischen diesen Fortsätzen finden sich, obwohl im Ganzen nur vereinzelt, zerstreute Zonulafasern (Fig. 5). Beim *Kaninchen* (Fig. 3 der Taf. XXXII) sind zwar die Ciliarprocesse auf dem Querschnitt viel kürzer, mehr denjenigen des Menschen ähnlich; hier folgt aber auch eine lamellenartige Ausbreitung der Zonulafasern der Oberfläche der Processe dicht anliegend; nur hier und da erhebt sich diese Faserausbreitung etwas von der Oberfläche (Fig. 4 der Taf. XXXII), und dann kann man ihre Zusammensetzung aus mehr oder weniger dicht zusammenliegenden Fasern am besten studiren; nach innen von dem scharf eingestellten Querschnitt dieser Lamelle könnte es erscheinen, als ob die Membran zusammenhängend wäre; bei genauer Einstellung des Tubus erkennt man jedoch, dass dieses nur von einer Täuschung herrührt. In den Räumen zwischen den Ciliarprocessen sind indessen beim Kaninchen eine Menge zerstreut verlaufender Fasern vorhanden, und nach innen von der beschriebenen Lamelle trifft man sogar auch einzelne, frei verlaufende Fasern.

Wie ich oben hervorgehoben habe, gebe ich hier keine ausführliche Darstellung der Zonula, sondern nur einige Bruchstücke, um auf gewisse Bauverhältnisse derselben die Aufmerksamkeit zu lenken. Aus dem Mitgetheilten geht indessen zur Genüge hervor, dass ich mit Topolanski darin übereinstimme, dass die Zonula überall *nur Faser* ist, obwohl sie hinten von einer structurlosen Membran ausgeht und vorn mit einer structurlosen Membran verschmilzt. Die Einrichtung und die Bauverhältnisse dieses wichtigen Gebildes sind aber noch nicht hinreichend bekannt und verdienen eine eingehendere Darstellung. Hoffentlich werde ich einmal Zeit finden, auf das interessante Thema zurückzukommen. —

In der letzten Zeit habe ich auch die Formalinmethode versucht; ich bin dadurch aber nicht über die oben dargestellten Ergebnisse hinaus gekommen. Nach der Formalinbehandlung sieht man im Glaskörper zwar auch das Fasergerüst, jedoch nicht so deutlich wie nach den oben erwähnten Behandlungsweisen. Die oben gegebene Darstellung stützt sich nämlich v. A. auf die Befunde, welche nach der Erhärtung in Flemming'scher Lösung und Bichromatlösung erhalten werden. Lange Zeit hielt ich es zwar für möglich, dass dadurch Kunstprodukte hervorgerufen werden; nach mehrjährigen Versuchen kam ich aber zu der Ueberzeugung, dass sich die Befunde auf natürliche Bauverhältnisse stützen.

[1] Hans Virchow, Ueber die Form der Falten des Corpus ciliare bei Säugethieren. Morphologisches Jahrbuch, Bd 11, 1886.

TAFELN

Tafel I.

Die Neuroglia der Grosshirnrinde des Menschen.

Fig. 1. Vertikalschnitt der Grosshirnrinde eines $6^1/_2$ *Monat alten menschlichen Foetus.* Verschiedene Typen von Neurogliazellen in ihrer natürlichen Lage in der Rinde; — *c*, eine Cajal'sche Zelle; — *e*, Ependymzellenenden.

Fig. 2. Tangentialschnitt der Rindenoberfläche desselben *Foetus.* Neurogliazellen.

Fig. 3. Partie aus der Rinde desselben *Foetus* (etwa 2.5 Mm.) unter der Oberfläche. Ein Blutgefäss mit sich an ihn ansetzenden Neurogliazellen.

Fig. 4. Vertikalschnitt der Grosshirnrinde (Frontallappen) eines *19.5 Cm. langen menschlichen Embryos.* Aeussere Enden der Ependymzellen.

Die Figuren dieser Tafel sind nach Golgi'schen Präparaten bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.

Fig. 1.




Fig. 2.



Fig. 4.

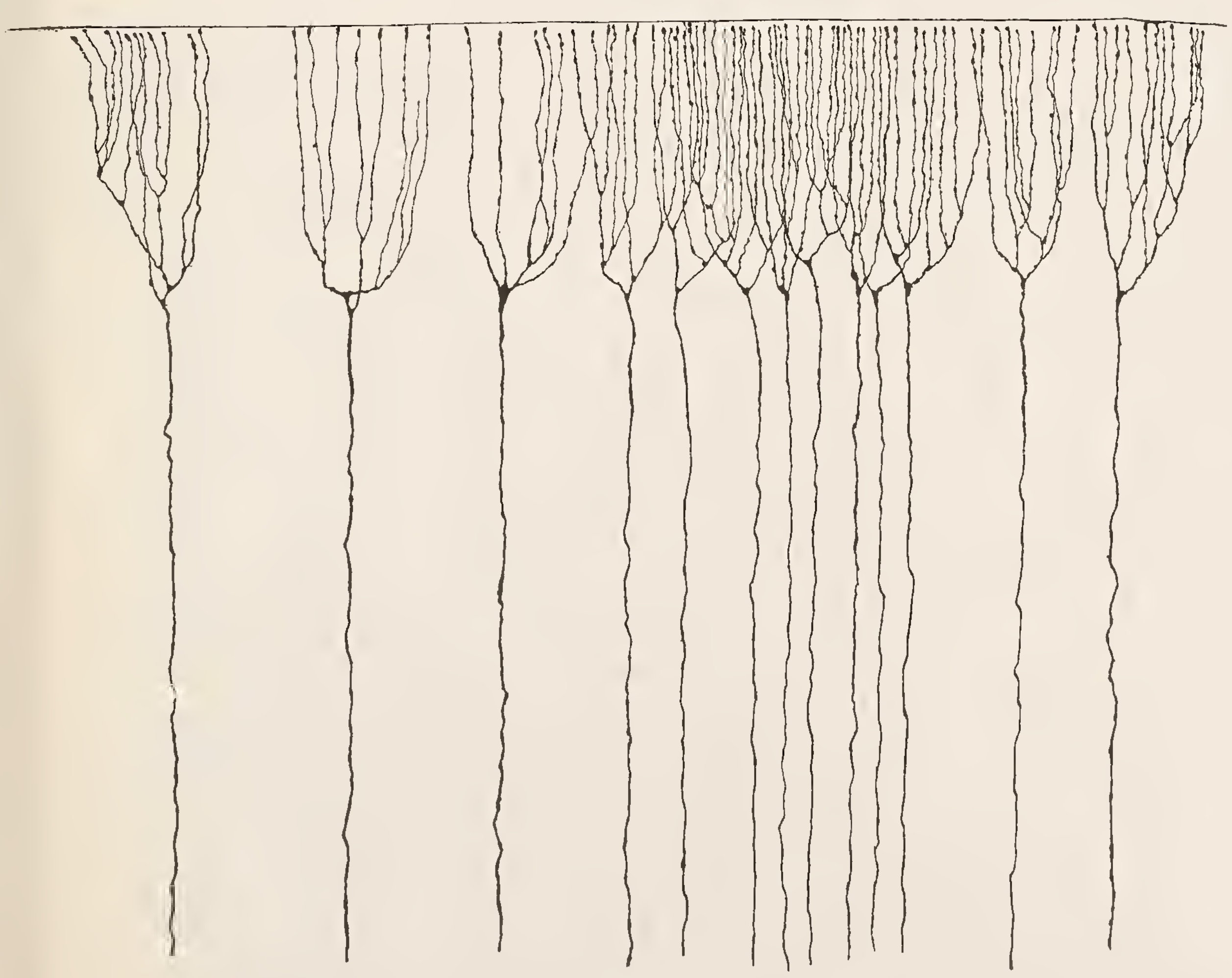
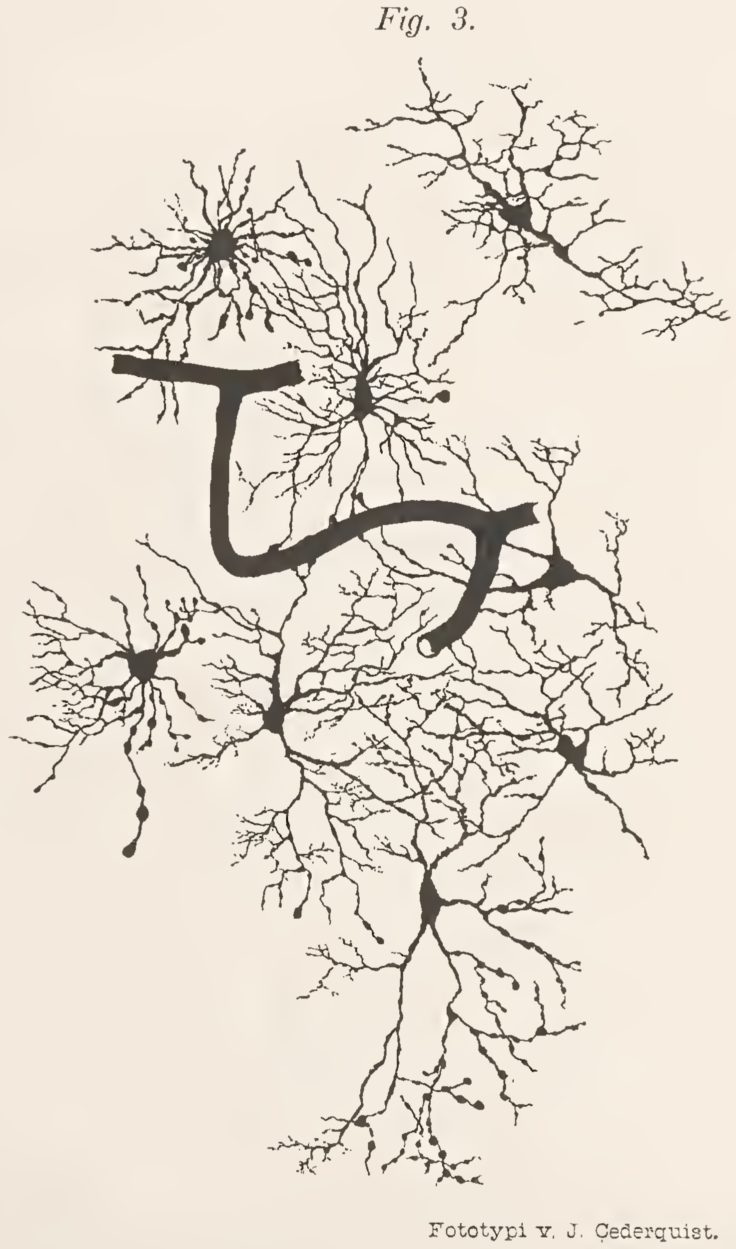


Fig. 3.



Gez. v. Gustaf Retzius. Typogr. Central-Tryckeriet. Fototypi v. J. Cederquist.

Tafel II.

Die Neuroglia der Grosshirnrinde des Menschen.

Fig. 1. Vertikalschnitt der Rinde einer Windung des Temporallappens von einem ausgetragenen *48 Cm. langen (weiblichen) menschlichen Foetus.* Neurogliazellen verschiedener Gestalt, die meisten von foetalen Typen.

Fig. 2. Ein Sternstrahler aus der inneren weissen Substanz des Präparates, welches in der Fig. 1 wiedergegeben ist.

Fig. 3. Tangentialschnitt der Rindenoberfläche einer Windung des Temporallappens von einem ausgetragenen *48 Cm. langen menschlichen Foetus.* Vier Zellenkörper von Schwanzsternstrahlern mit Fortsätzen von foetalem Typus.

Fig. 4 und 5. Vertikalschnitte der Rinde von Windungen des Frontallappens von einem *45 Cm. langen menschlichen Foetus.* Neurogliazellen sind in ihren verschiedenen foetalen Typen dargestellt. In der Fig. 5 sind ausserdem zwei Kleinpyramidenzellen und einige tangentiale Fasern (wahrscheinlich Fortsätze Cajal'scher Zellen), ebenso (unten rechts) ein von einer Gliazelle umstricktes Blutgefäss wiedergegeben.

Sämmtliche Figuren der Tafel sind nach Golgi'schen Präparaten bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.



Gez. v. Gustaf Retzius. Typogr. Central-Tryckeriet. Fototypi v. J. Cederquist.

Tafel III.

Die Neuroglia der Grosshirnrinde des Menschen.

Fig. 1. Vertikalschnitt einer Windung (G. front. med.) der Grosshirnrinde eines *2 Monate alten Kindes.* Neurogliazellen von verschiedenen Typen in ihrer natürlichen Lage in der Rinde. In der Mitte dringt ein Blutgefäss von der Oberfläche hinab. Einige Tangentialfasern sind weiter nach unten sichtbar.

Fig. 2. Drei Sternstrahler aus einer tieferen Partie desselben Vertikalschnittes.

Fig. 3. Tangentialschnitt der Oberfläche der Rinde (Gyr. temp. inf.) eines *2 Monate alten Kindes.* Neurogliazellen von der Oberfläche her betrachtet.

Fig. 4. Vertikalschnitt der Rinde einer Frontallappen-Windung eines *3 Monate alten Kindes.* Neurogliazellen von verschiedenen Typen in ihrer Lage in der Rinde.

Fig. 5. Vier Neurogliazellen der Rindenoberfläche in tangentialer Ausbreitung (Tangentialschnitt der Rindenoberfläche).

Die Figuren dieser Tafel sind nach Golgi'schen Präparaten bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.

Fig. 1.

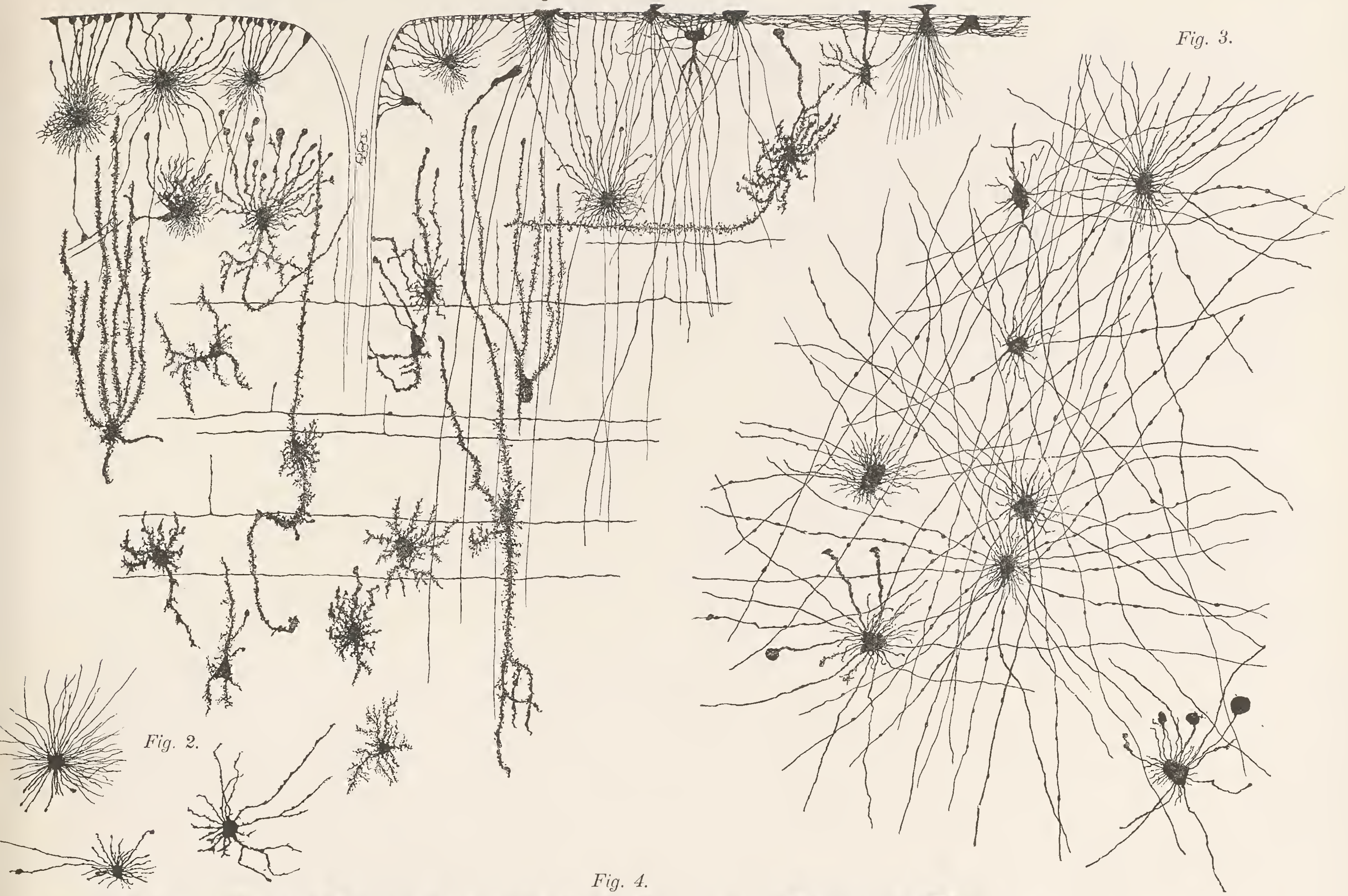


Fig. 3.

Fig. 2.

Fig. 4.

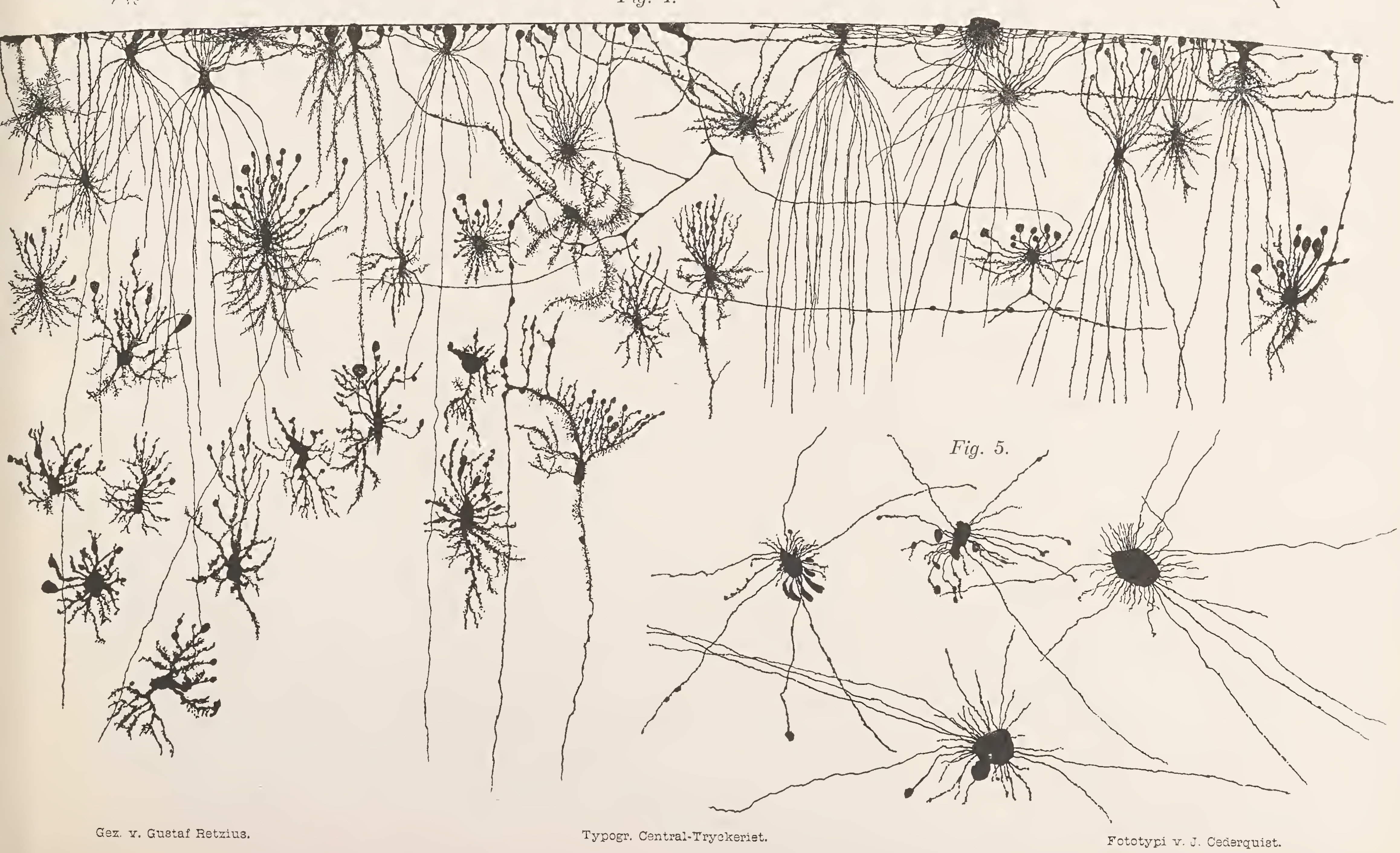


Fig. 5.

Gez. v. Gustaf Retzius. Typogr. Central-Tryckeriet. Fototypi v. J. Cederquist.

Tafel IV.

Die Neurogliazellen der Grosshirnrinde des Menschen.

Fig. 1. Vertikalschnitt der Rinde einer Windung des Frontallappens von einem *1-jährigen Kinde.* Schwanzstrahler, Sternstrahler und Fusssternstrahler.

Fig. 2. Vertikalschnitt der Rinde einer Windung des Frontallappens von einem $5^1/_2$ *Jahr alten Kinde.* Neurogliazellen von verschiedenen Typen.

Fig. 3. Vertikalschnitt der Rinde einer Windung des Occipitallappens (Gyr. occ. med.) von einem *17-jährigen Manne.* Neurogliazellen von verschiedenen Typen und eine Pyramidenzelle.

Fig. 4. Vertikalschnitt einer Windung des Parietallappens (Gyr. centr. post.) von einem *33-jährigen Manne.* Neurogliazellen von verschiedenen Typen.

Fig. 5. Tangentialschnitt der Rindenoberfläche (Gyr. centr. post.) eines *42-jährigen Weibes.* Flächen- und Schwanzstrahler sowie tiefer belegene Sternstrahler.

Die Figuren dieser Tafel sind nach Golgi'schen Präparaten bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.

Fig. 2.

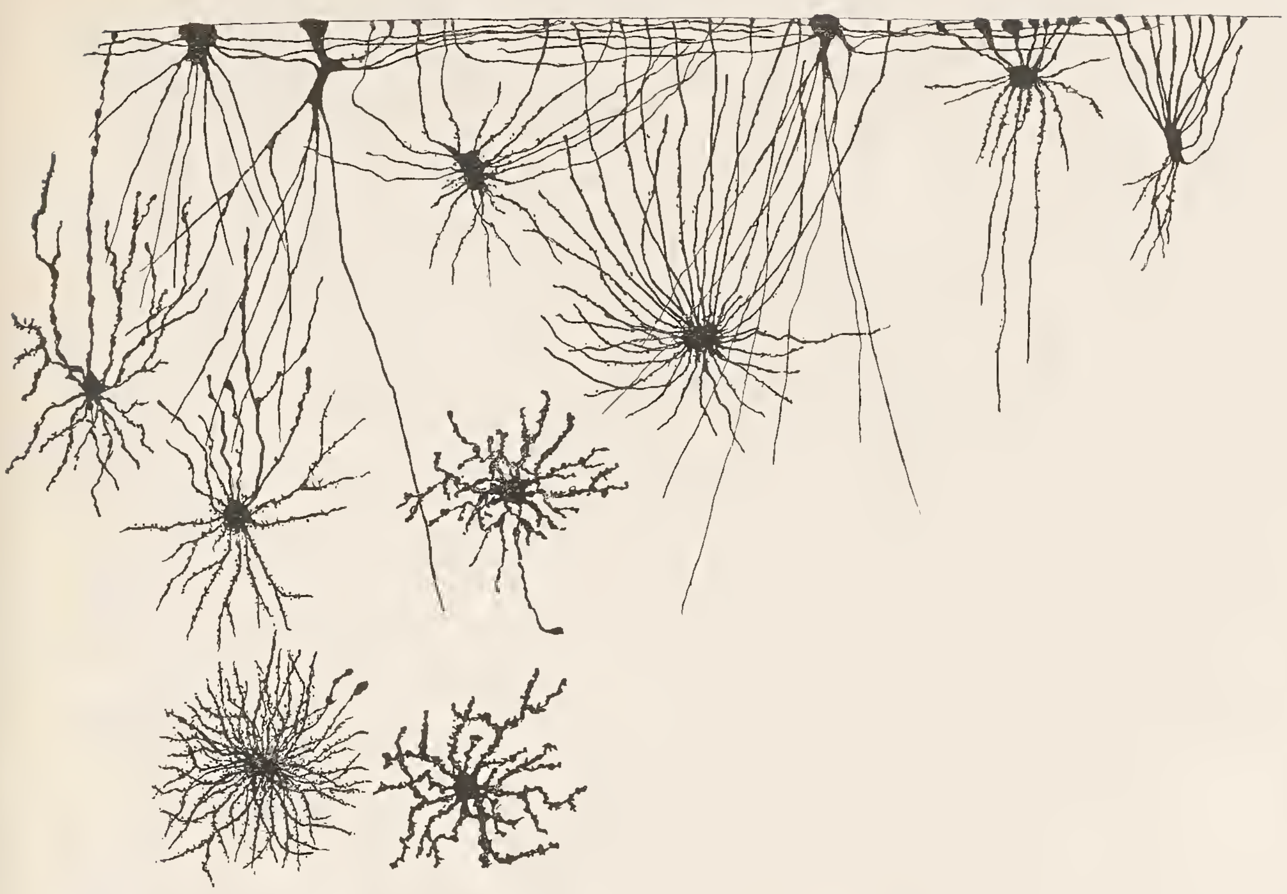


Fig. 5.



Fig. 3.



Fig. 1.

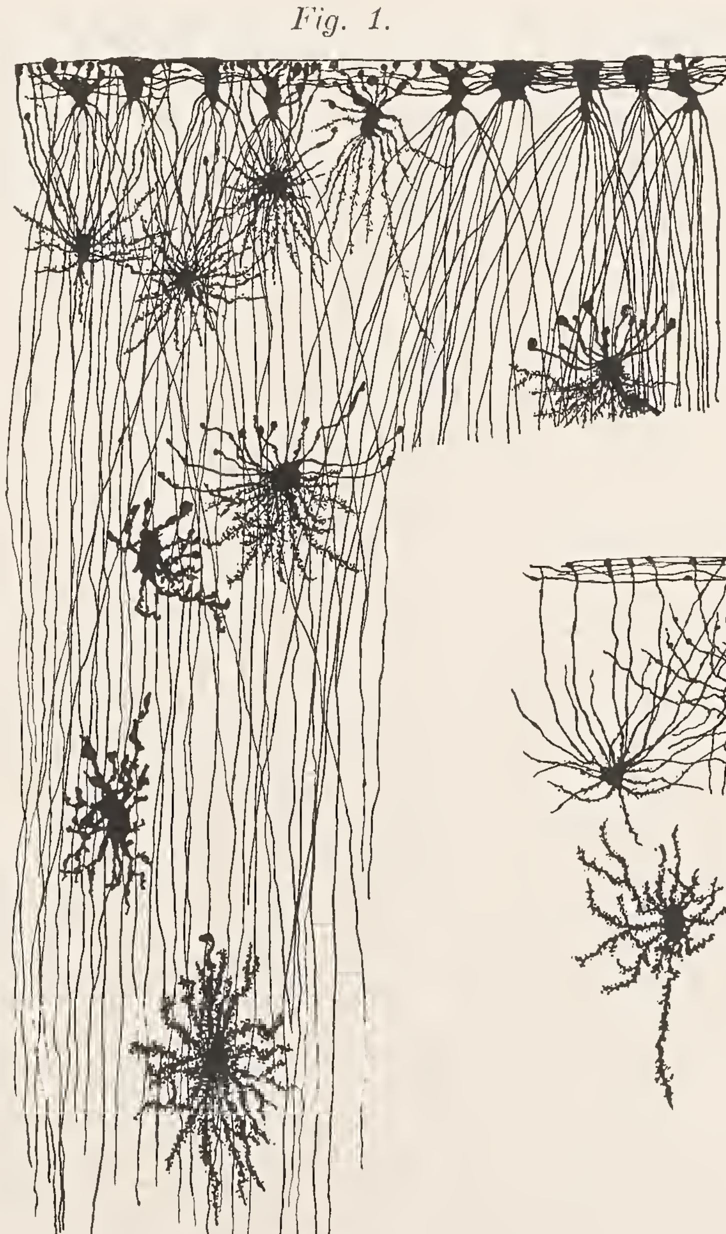
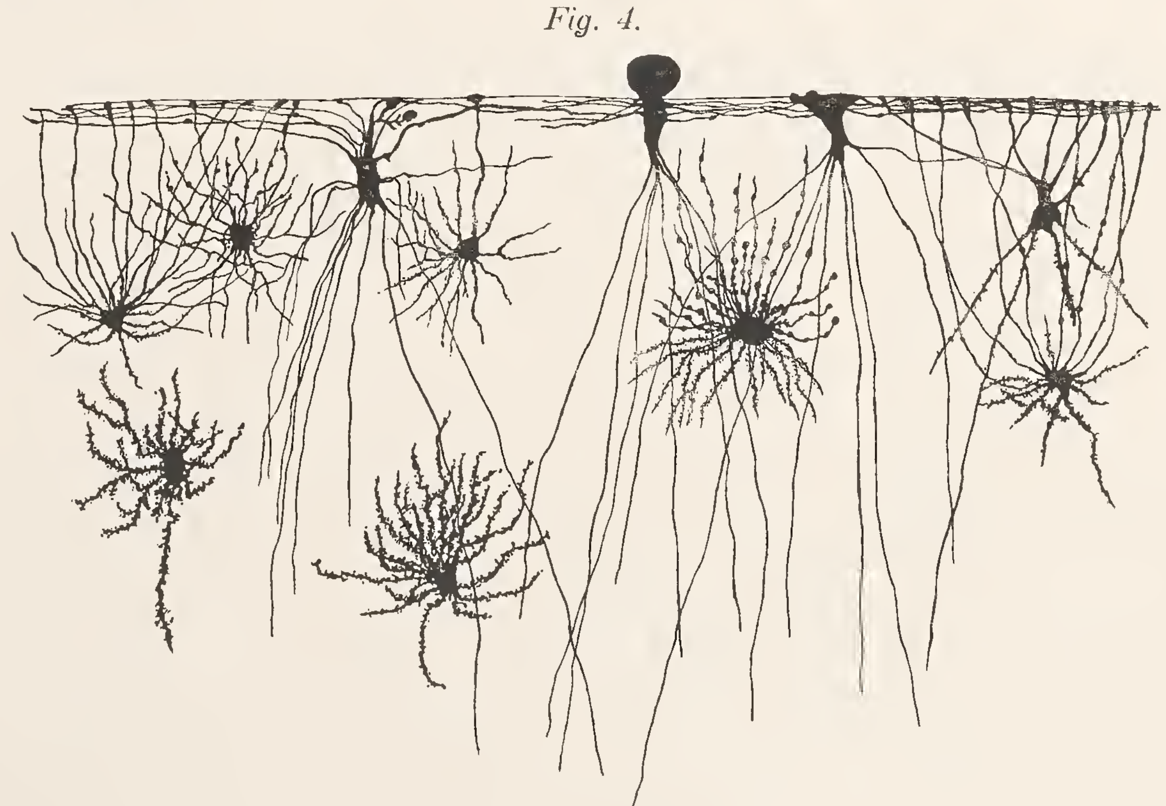


Fig. 4.



Gez. v. Gustaf Retzius. Typogr. Central-Tryckeriet. Fototypi v. J. Cederquist.

Tafel V.

Die Neuroglia der Grosshirnrinde des Menschen.

Fig 1. Vertikalschnitt eines Gyrus des Frontallappens, von einem *42-jährigen* Weibe.
Fig. 2—5. Vertikalschnitte aus der parietalen Region, von einem *70-jährigen* Manne.

In allen Figuren der Tafel ist die Oberfläche der Gehirnrinde nach der oberen Seite der Tafel gerichtet. Man sieht deshalb am oberen Rande der Figuren die Neurogliazellen, welche die Oberfläche erreichen und sich an ihr ausbreiten; unter diesen Zellen sieht man die tiefer belegenen Neurogliazellen in ihren verschiedenen Typen. In den Fig. 1 und 2 sind Blutgefässe vorhanden, an denen Neurogliazellen befestigt sind. In der Fig. 5 findet sich (oben links) eine gefärbte kleine Ganglienzelle. Sonst sind alle die abgebildeten Elemente Neurogliazellen.

Alle Figuren der Tafel sind nach Präparaten, nach der Golgi'schen Methode behandelt, wiedergegeben und bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.

Fig. 1.



Fig. 5.



Fig. 2.





Fig. 3.

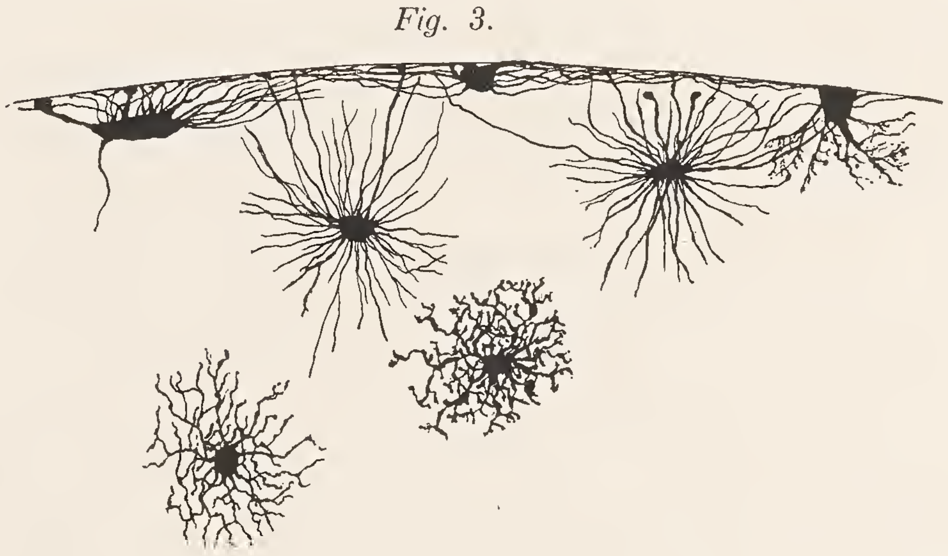
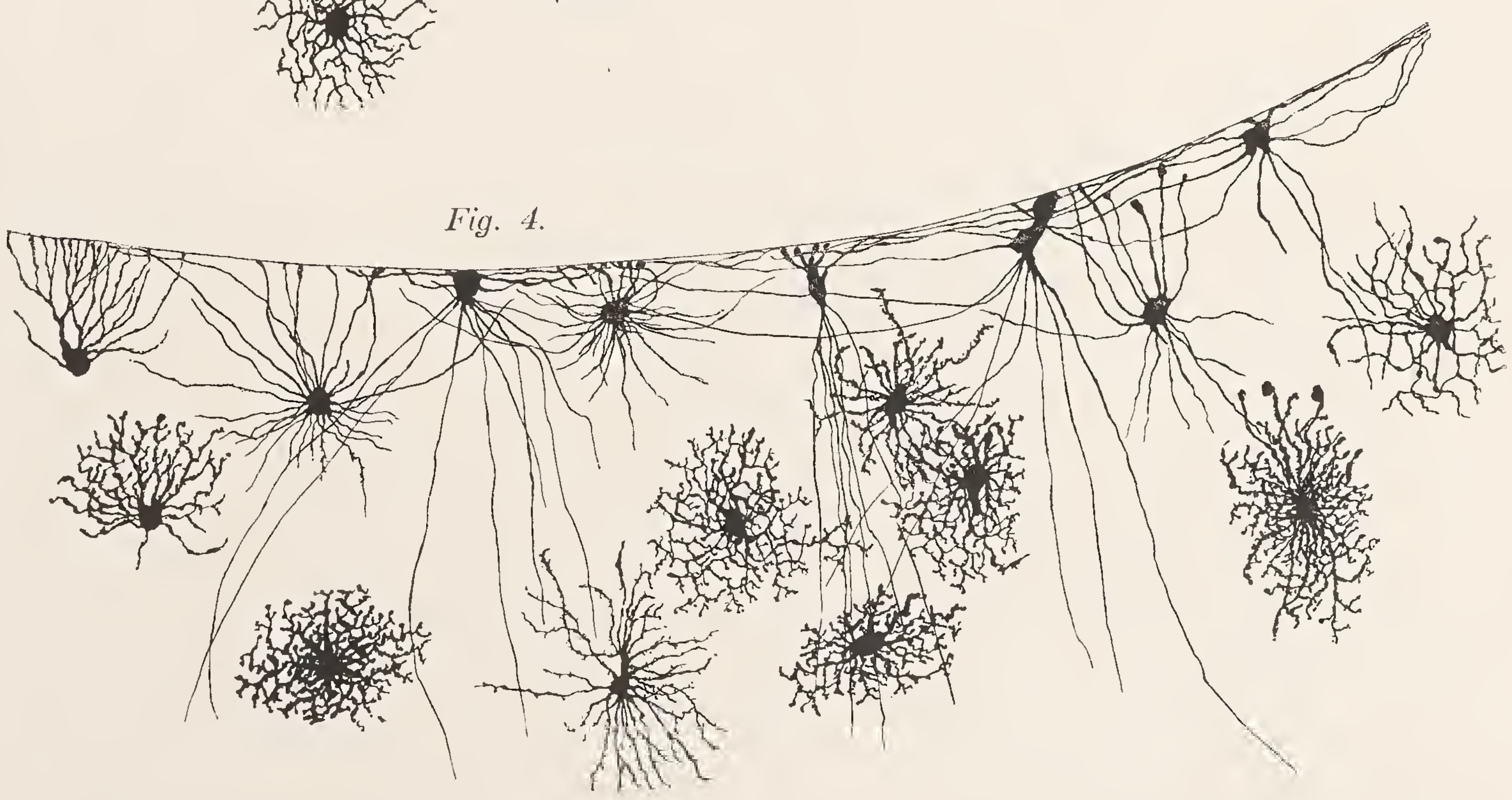


Fig. 4.



Gez. v. Gustaf Retzius. Typogr. Central-Tryckeriet. Fototypi v. J. Cederquist.

Tafel VI.

Die Neuroglia der Grosshirnhemisphären des Hundes.

Fig. 1. Vertikalschnitt eines Gyrus vom Vertex des Grosshirns eines *2 Monate alten Hundes.*

Fig. 2. Drei Langsternstrahler aus der Marksubstanz desselben Präparates, dessen Oberflächenpartie in der Fig. 1 wiedergegeben ist (v. *2 Monate alten Hunde).*

Fig. 3. Vertikalschnitt eines Gyrus vom Vertex des Grosshirns eines *1 Monat alten Hundes:* an dem Oberflächenrande sind zwei Blutgefässe der Pia mit anhaftenden Zellkörpern der Schwanzstrahler abgebildet.

Fig. 4. Partien von Tangentialschnitten der Oberfläche der Hemisphärenrinde eines *2 Monate alten Hundes.* — *a*, zwei an der Oberfläche belegene Gliazellkörper mit ihren Fortsätzen. — *b*, Partie der Oberfläche mit der Mosaikzeichnung, welche den Contouren der Zellkörper der an der Oberfläche befindlichen Gliazellen entspricht; zwei Zellkörper sind ganz gefärbt, von denen der eine mit gefärbten Fortsätzen versehen ist.

Fig. 5 und 6. Vertikalschnitte von Gyri vom Vertex des Grosshirns eines *erwachsenen (alten) Hundes.*

Fig. 7. Vertikalschnitt eines Gyrus vom Vertex des Grosshirns eines *5 Tage alten Hundes.* Ausser drei unter der Oberfläche befindlichen Gliazellen sind in der Figur die äusseren Enden von sechs Ependymzellen wiedergegeben.

In den Fig. 1, 3. 5, 6, 7 ist der Rand der vertikal durchgeschnittenen Hirnoberfläche nach der oberen Seite der Tafel gerichtet.

Alle Figuren der Tafel sind nach Präparaten abgebildet, welche nach der Golgi'schen Methode behandelt waren, und bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.

Fig. 1.





Fig. 3.

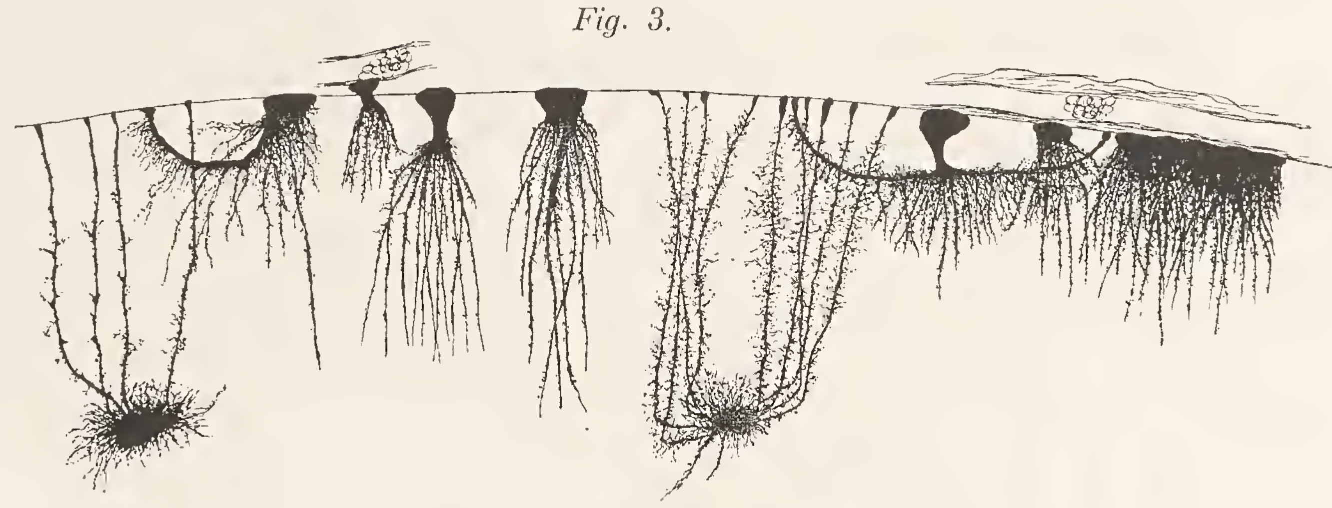


Fig. 2.

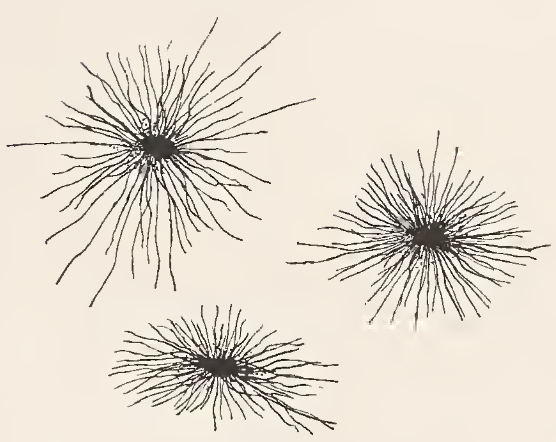


Fig. 7.

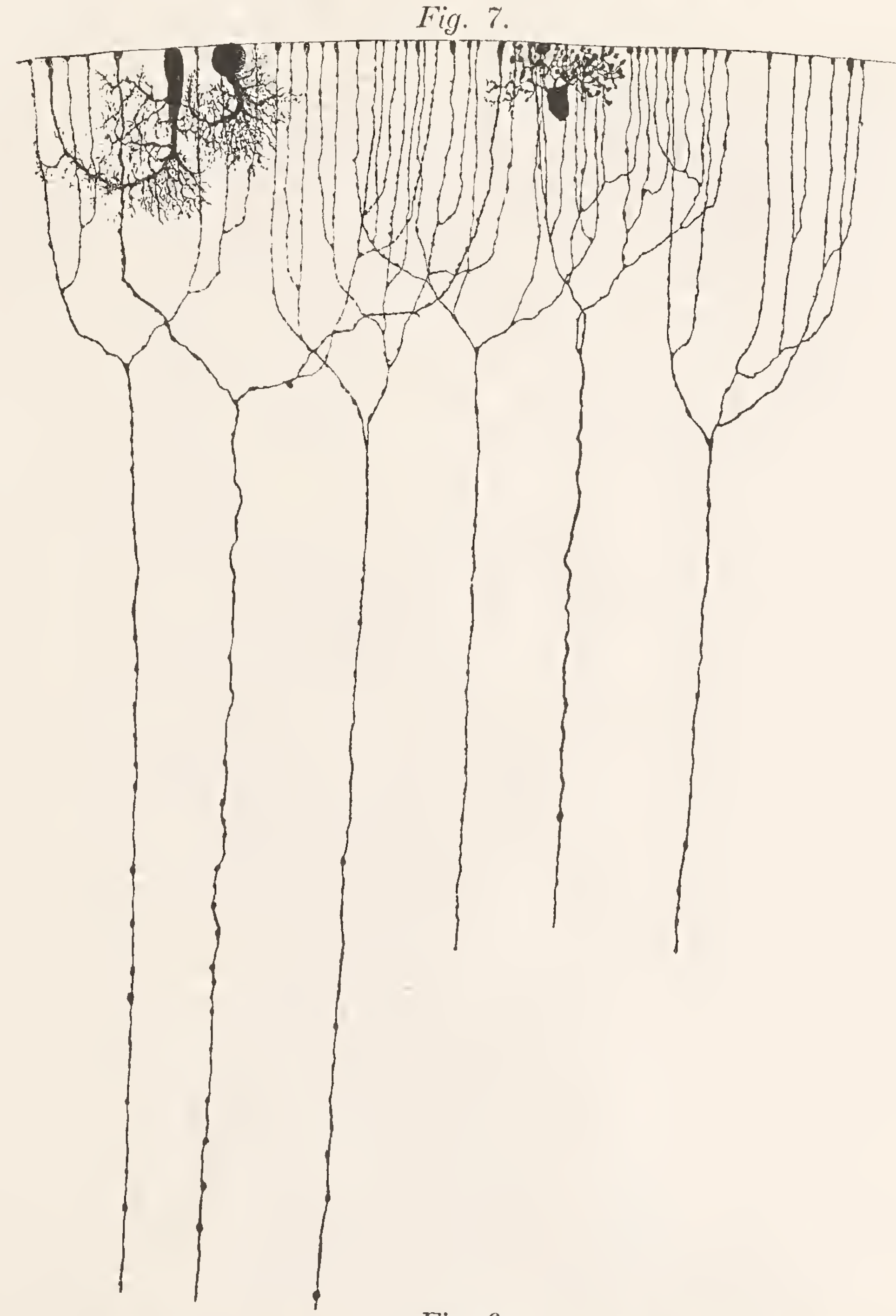


Fig. 5.

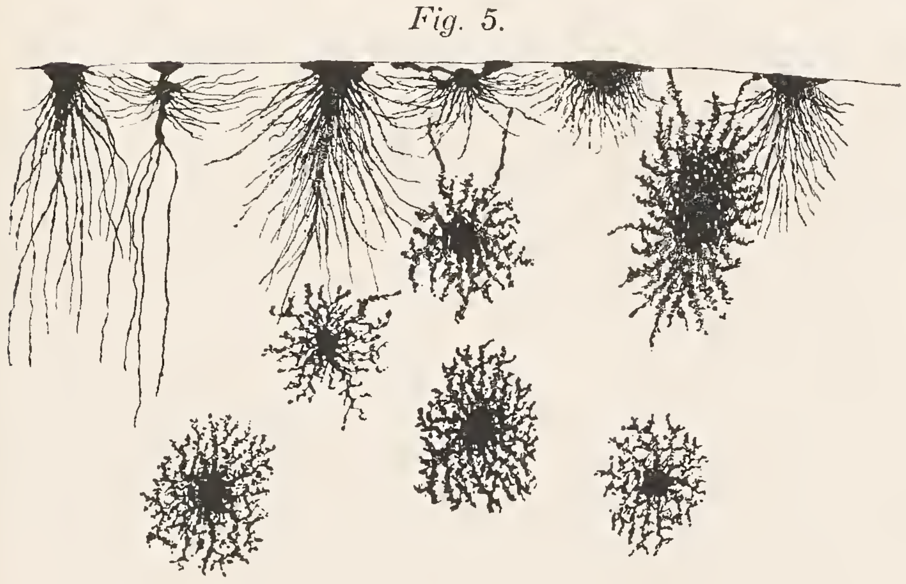


Fig. 4.

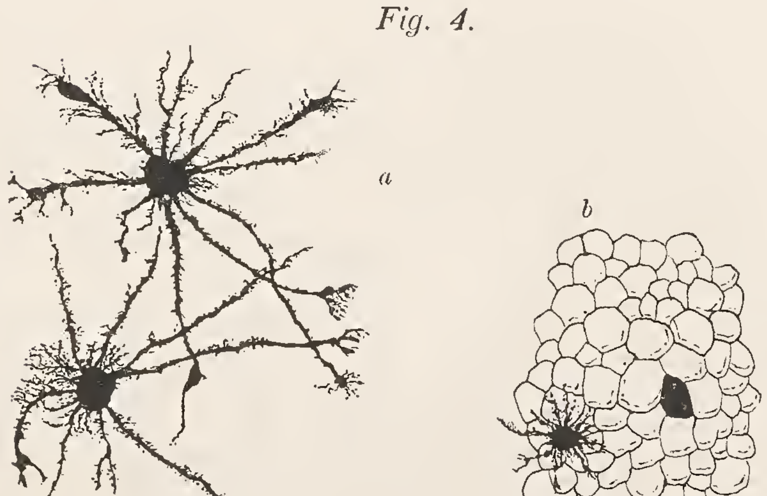
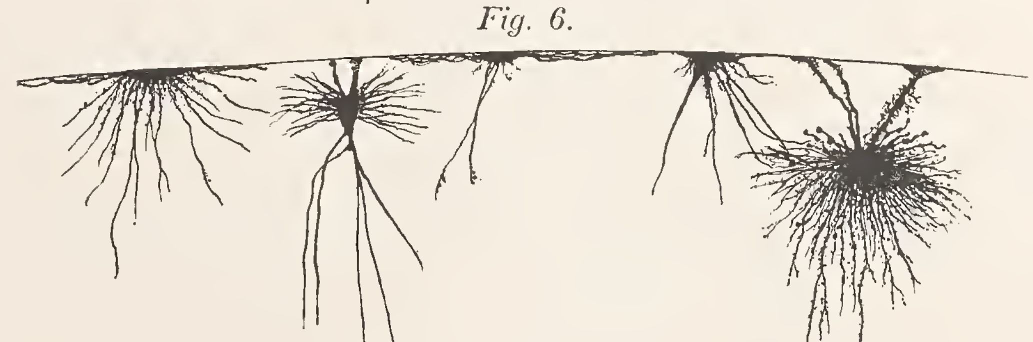


Fig. 6.



Gez. v. Gustaf Retzius. Typogr. Central-Tryckeriet. Fototypi v. J. Cederquist.

Tafel VII.

Die Neuroglia der Grosshirnhemisphären der Katze.

Fig. 1. Vertikalschnitt vom Vertex des Gehirns einer *8 Tage alten Katze;* die Gliazellen sind noch vom foetalen Typus.

Fig. 2. Vertikalschnitt vom Vertex des Gehirns einer *13 Tage alten Katze.* Neben den Gliazellen sind die äusseren Enden von zwei Ependymzellen wiedergegeben.

Fig. 3. Vertikalschnitt vom Vertex des Gehirns einer *15 Tage alten Katze.*

Fig. 4. Vertikalschnitt vom Vertex des Gehirns einer *erwachsenen (alten) Katze.*

Fig. 5. Drei Langsternstrahler aus der weissen Substanz unter der Rinde des Vertex des Gehirns einer *erwachsenen (alten) Katze.*

Fig. 6—8. Tangentialschnitte der Hirnoberfläche am Vertex. Von einer *erwachsenen (alten) Katze.* An der Oberfläche belegene Gliazellkörper mit Fortsätzen.

Fig. 9. Eine an einer Blutgefässscheide anhaftende Gliazelle, aus der Grosshirnrinde einer *erwachsenen (alten) Katze.*

In den Fig. 1—4 ist der Oberflächenrand nach der oberen Seite der Tafel gerichtet.

Sämmtliche Figuren der Tafel sind nach Präparaten wiedergegeben, die nach der Golgi'schen Methode behandelt waren, und bei Vér. Obj. 6 und. Ocul. 3 (eingeschob. Tubus) abgebildet.

Fig. 1.



Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 6.

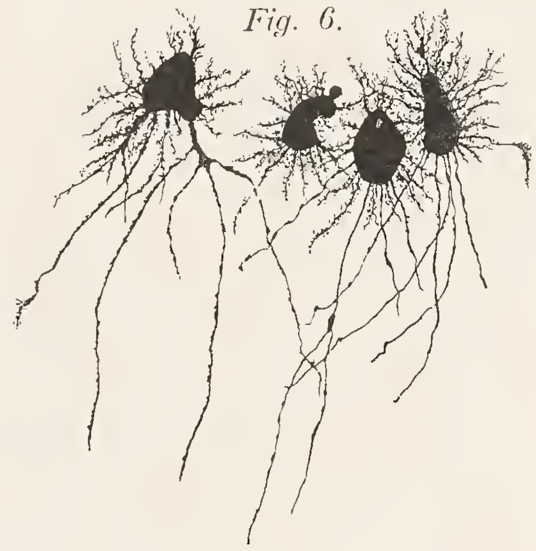
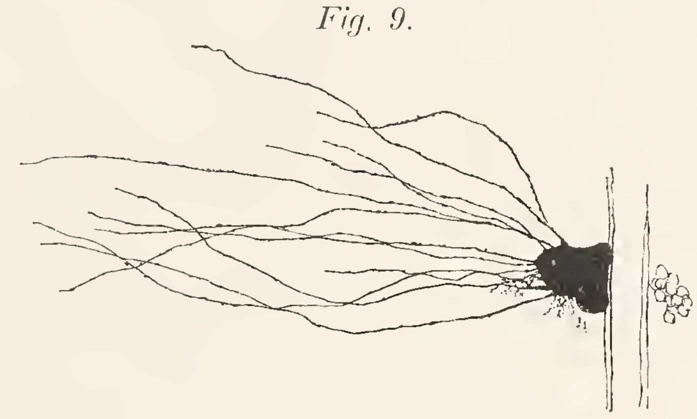


Fig. 9.



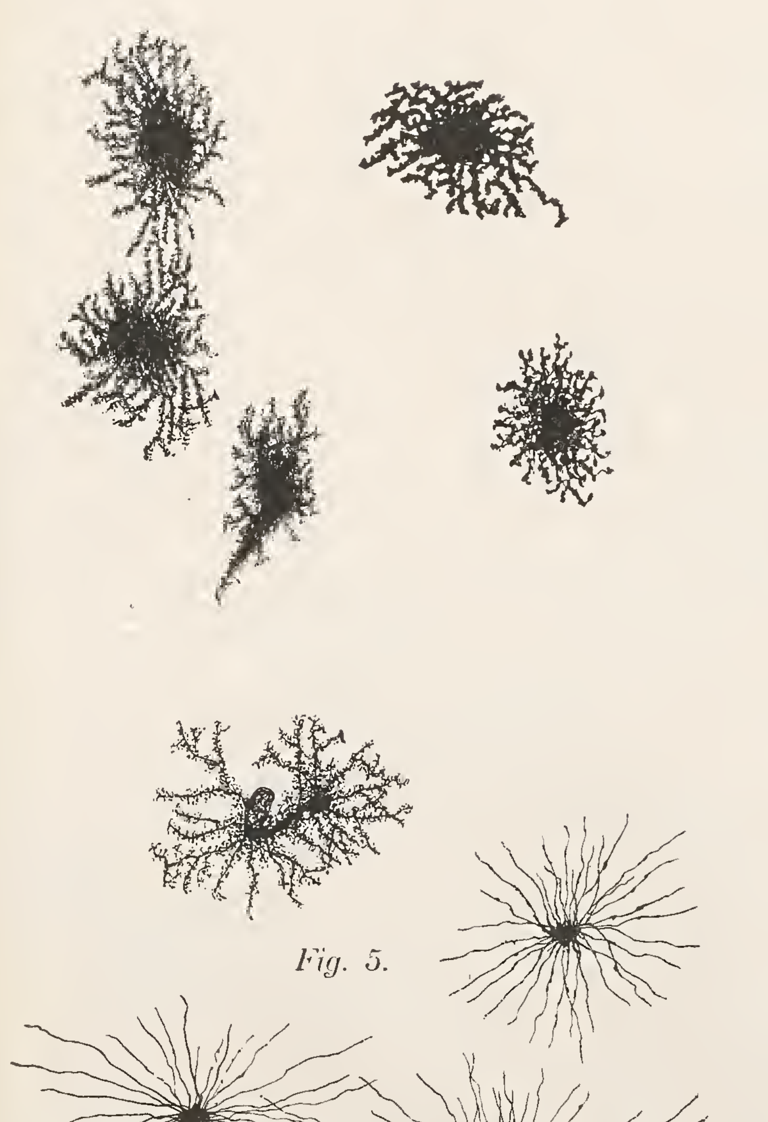


Fig. 5.

Fig. 7.

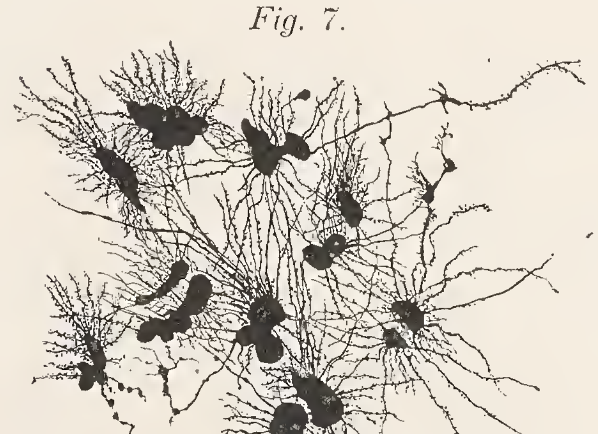
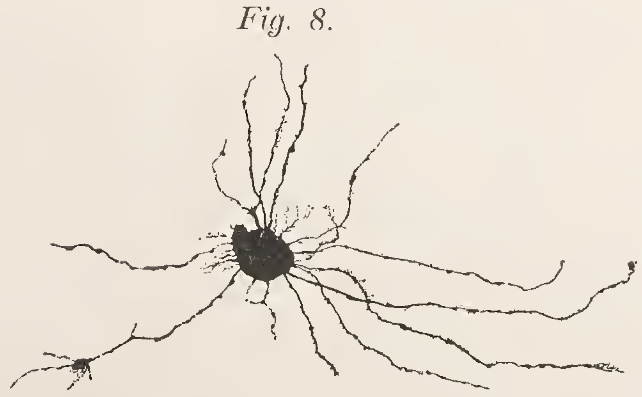


Fig. 2.



Fig. 8.



Gez. v. Gustaf Retzius. Typogr. Central-Tryckeriet. Fototypi v. J. Cederquist.

Tafel VIII.

Die Neuroglia der Grosshirnhemisphären des Kaninchens.

Fig. 1. Vertikalschnitt vom Vertex des Grosshirns eines *14 Tage alten Kaninchens.*

Fig. 2. Vertikalschnitt vom Vertex des Grosshirns eines *4 Tage alten Kaninchens.* Eine Cajal'sche Zelle ist von Gliazellen umgeben abgebildet.

Fig. 3. Vertikalschnitt vom vorderen Ende des Grosshirns eines *$1\frac{1}{2}$ Tage alten Kaninchens.* Rechts von der Gliazellengruppe ist eine Cajal'sche Zelle wiedergegeben.

Fig. 4. Vertikalschnitt vom Vertex des Grosshirns eines *erwachsenen (alten) Kaninchens.*

Fig. 5. Vertikalschnitt vom Vertex des Grosshirns eines *neugeborenen Kaninchens.* Unter den vier Gliazellen ist eine Ganglienzelle wiedergegeben.

Fig. 6. Vertikalschnitt der Rindenpartie des Grosshirns (Vertex) eines *5 Wochen alten Kaninchens.* Sechs Schwanzstrahler mit den an der Oberfläche befindlichen Zellkörpern.

Fig. 7. Vertikalschnitt vom Vertex des Grosshirns einer *erwachsenen (alten) Katze.*

Fig. 8. Vertikalschnitt aus den *Corpora quadrigemina* eines *8 Tage alten Kaninchens,* um des Vergleiches wegen die Form der Neurogliazellen dieser Hirnregion beim Kaninchen zu zeigen.

Sämmtliche Figuren der Tafel sind mit der Rindenkante nach der oberen Seite der Tafel gerichtet und bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus) wiedergegeben.

Fig. 1.



Fig. 2.

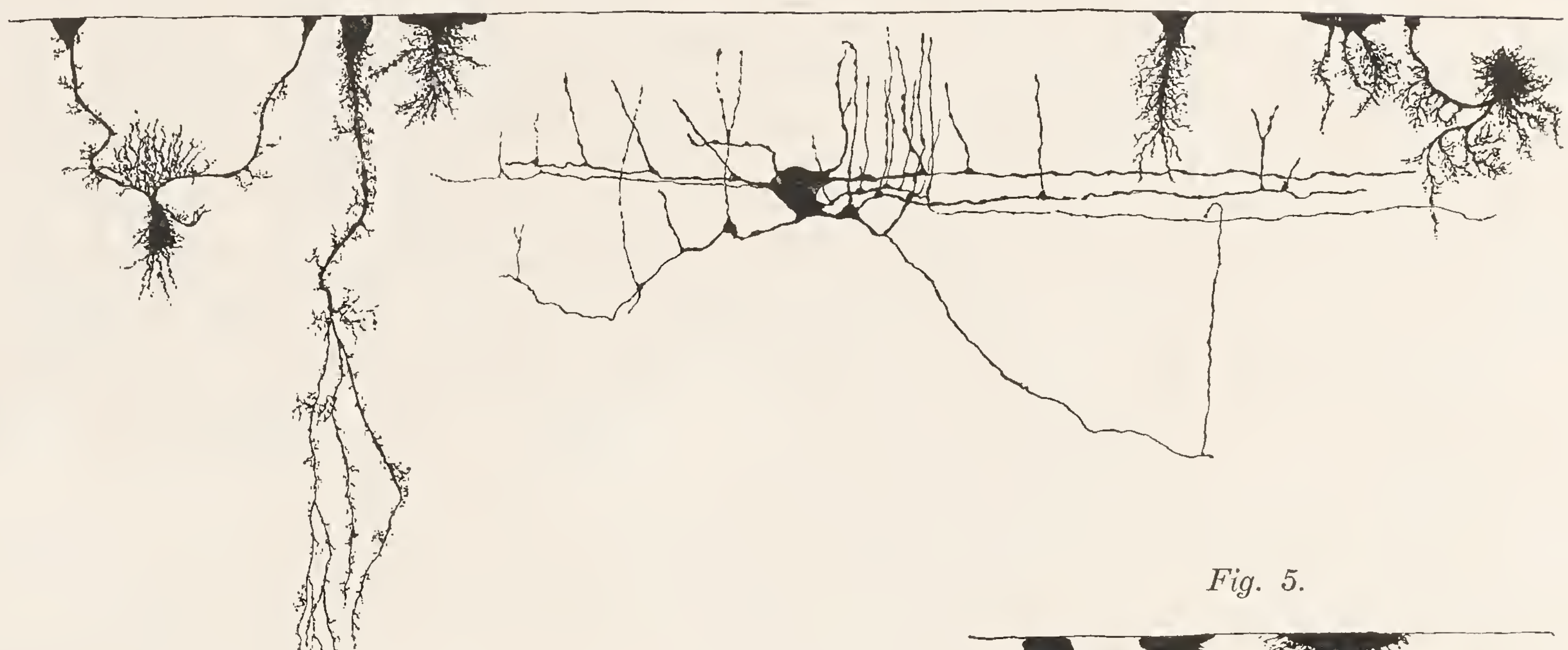


Fig. 5.



Fig. 3.

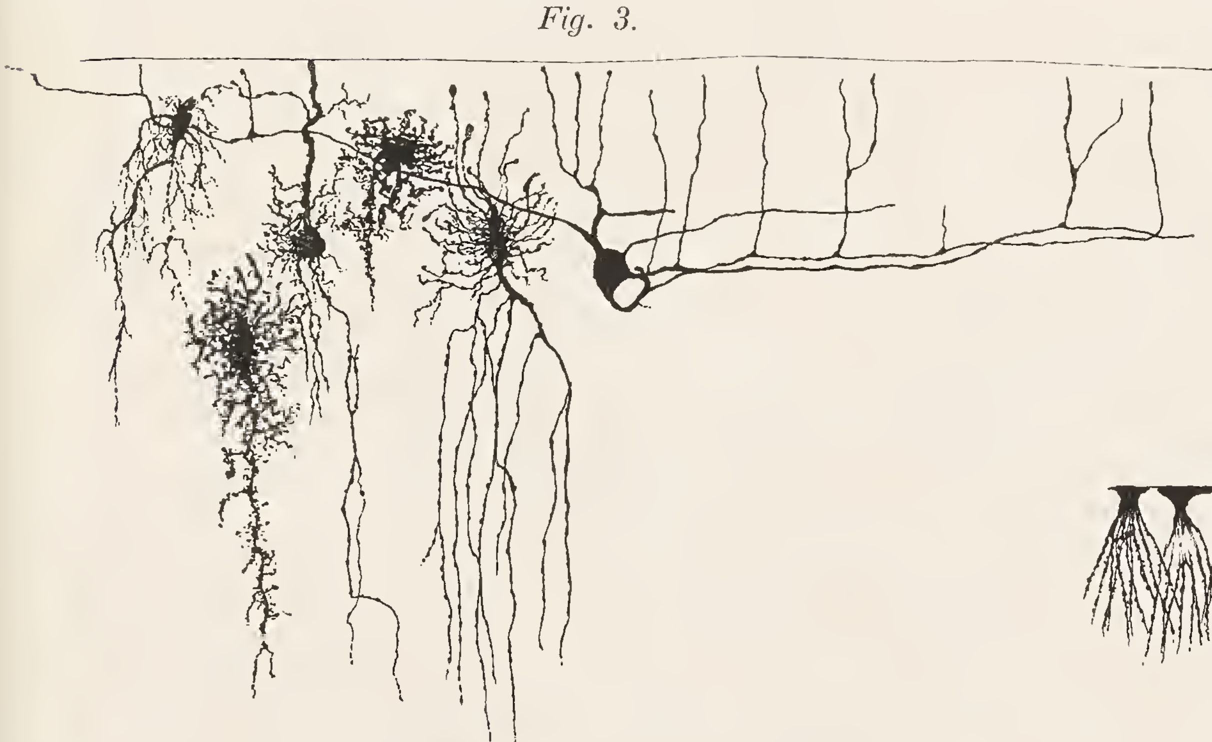


Fig. 6.

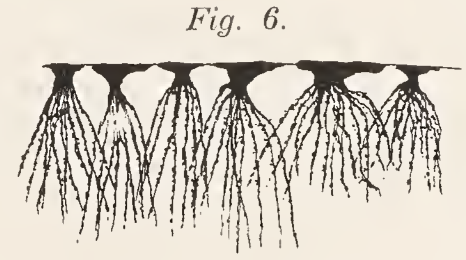


Fig. 4.

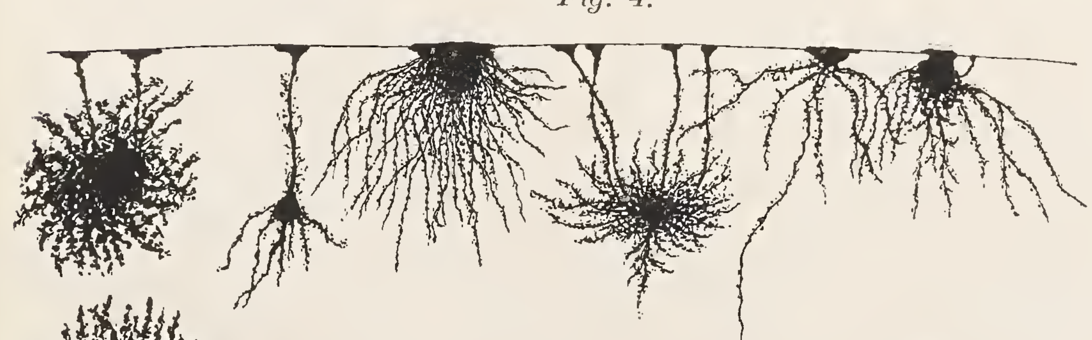


Fig. 7.

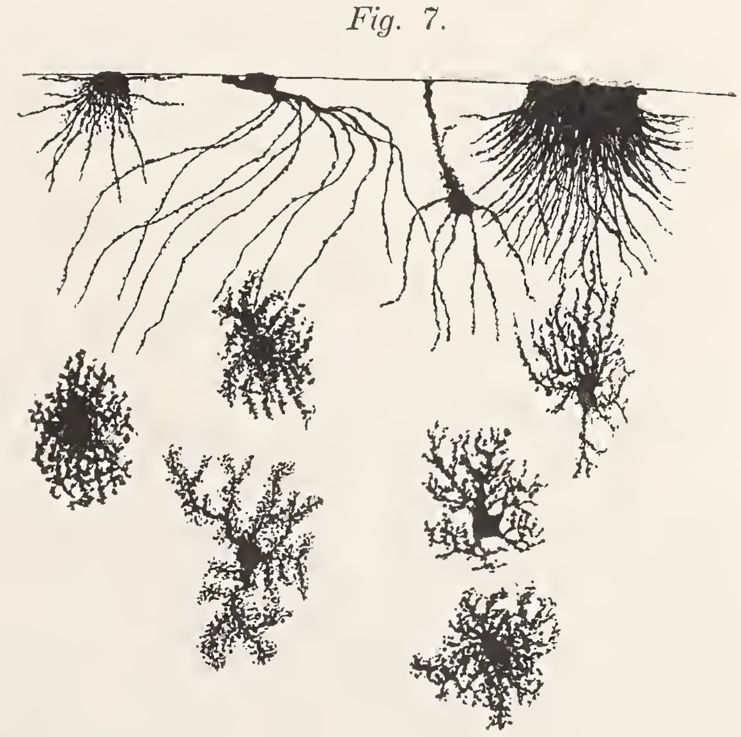
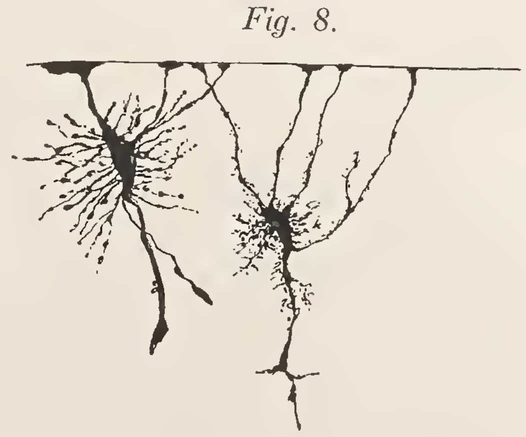


Fig. 8.



Gez. v. Gustaf Retzius. Typogr. Central-Tryckeriet. Fototypi v. J. Cederquist.

Tafel IX.

Die Neuroglia der Grosshirnganglien, der Insula Reilii und der Medulla oblongata des Menschen.

Fig. 1. Frontaler Vertikalschnitt der Rindenpartie des *Corpus quadrigeminum anterius* vom *42 Cm. langen menschlichen Foetus.*

Fig. 2. Frontaler Vertikalschnitt der Rindenpartie des *Putamen thalami optici* vom *42 Cm. langen menschlichen Foetus.*

Fig. 3. Vertikalschnitt der Oberflächenpartie vom *Corpus striatum eines 65-jährigen Mannes.*

Fig. 4. Vertikaler Querschnitt der lateralen Oberflächenpartie der *Medulla oblongata* eines $6^1/_2$ *Monate alten menschlichen Foetus.*

Fig. 5. Vertikalschnitt der *Insula Reilii* eines 39 Cm. langen menschlichen Foetus. — *bg,* ein Blutgefäss mit dem Ansatze eines Gliazellenfortsatzes.

Sämmtliche Figuren der Tafel sind nach Golgi'schen Präparaten bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.

Fig. 1.



Fig. 3.

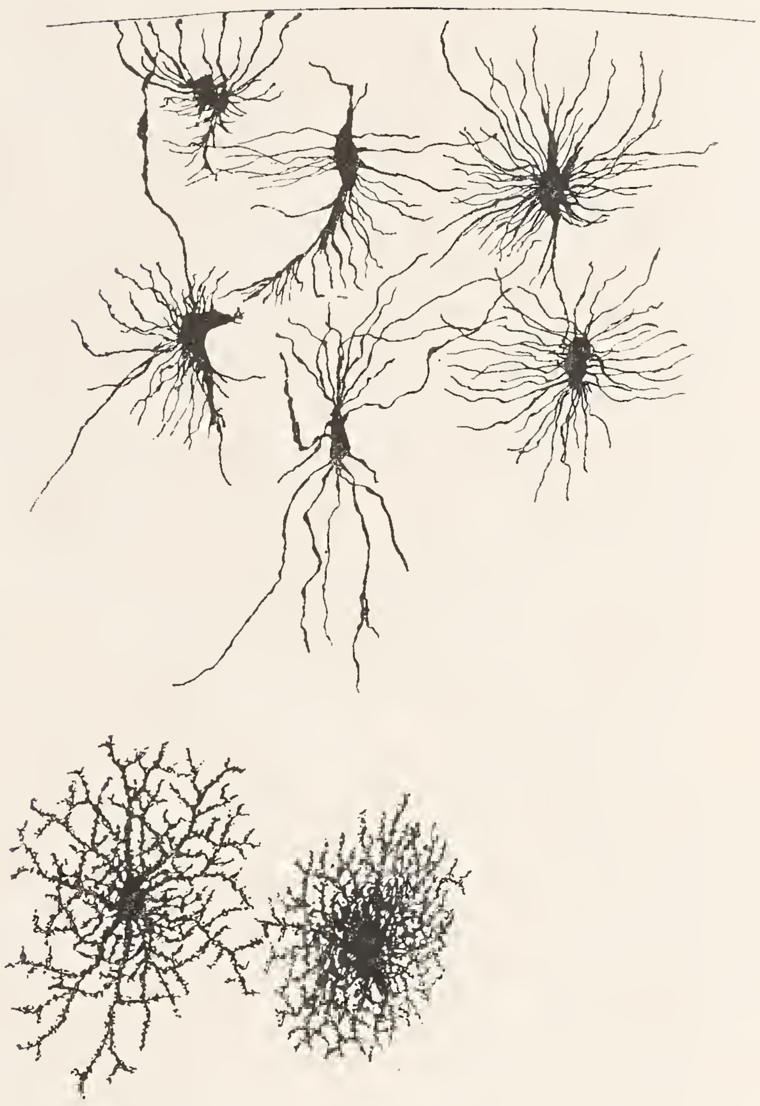


Fig. 2.

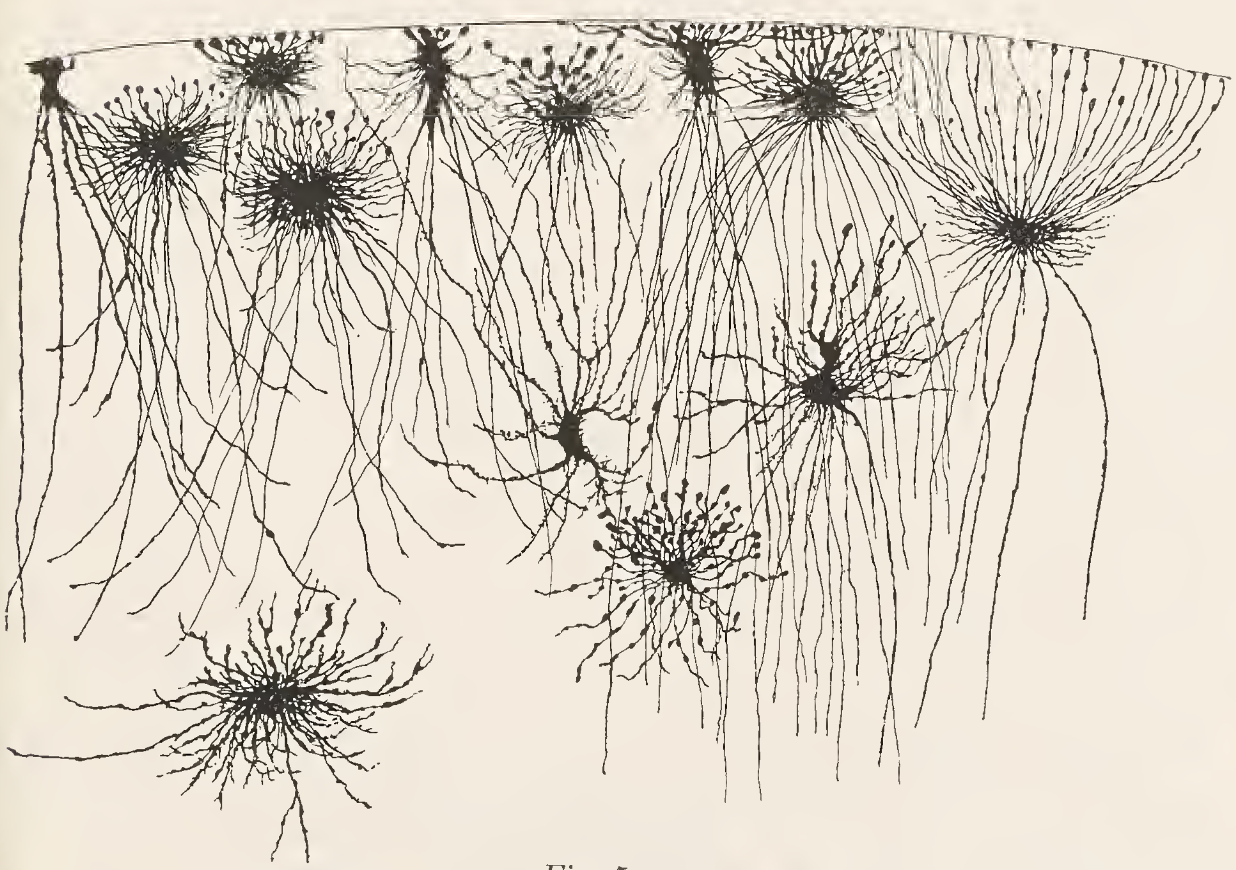


Fig. 4.

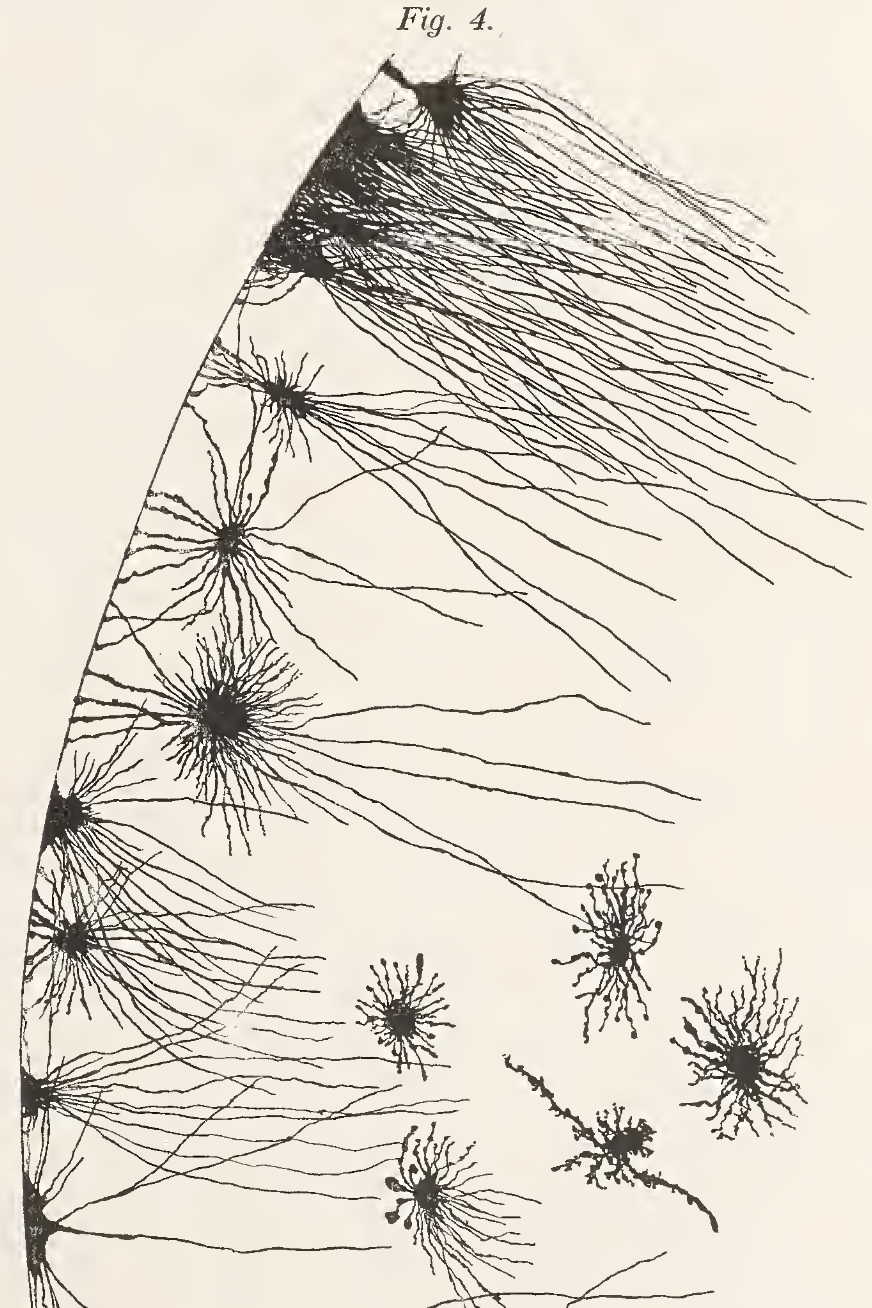
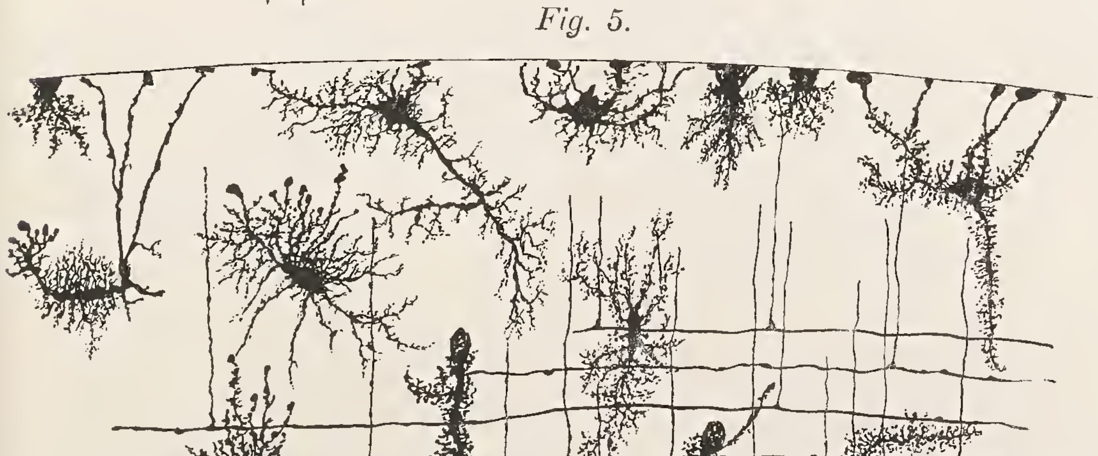


Fig. 5.



Gez. v. Gustaf Retzius. Typogr. Central-Tryckeriet. Fototypi v. J. Cederquist.

Tafel X.

Die Neuroglia der Grosshirnganglien und des Gyrus Hippocampi der Katze, sowie des Oliven des Menschen.

Fig. 1. Frontaler Vertikalschnitt des *Corpus quadrigeminum anterius* der *14 Tage alten Katze.*

Fig. 2. Frontaler Vertikalschnitt des *Corpus quadrigeminum posterius* der *14 Tage alten Katze.*

Fig. 3. Frontaler Vertikalschnitt des *Corpus geniculatum* der *14 Tage alten Katze.*

Fig. 4. Vertikalschnitt aus dem unteren Umfang des *Gyrus hippocampi* einer *14 Tage alten Katze.*

Fig. 5. Vertikalschnitt aus dem Inneren des *Gyrus hippocampi* einer *14 Tage alten Katze.*

Fig. 6. Vertikalschnitt des *Fornix* einer *14 Tage alten Katze.*

Fig. 7. Vertikaler Querschnitt der *Olive* eines *8 Monate alten menschlichen Foetus.* Wegen Mangel an Platz auf der Taf. IX wurde diese Figur hier wiedergegeben.

Sämmtliche Figuren der Tafel sind nach Golgi'schen Präparaten abgebildet. Die Fig. 1—6 sind bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus), die Fig. 7 bei Vér. Obj. 2 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.

Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.

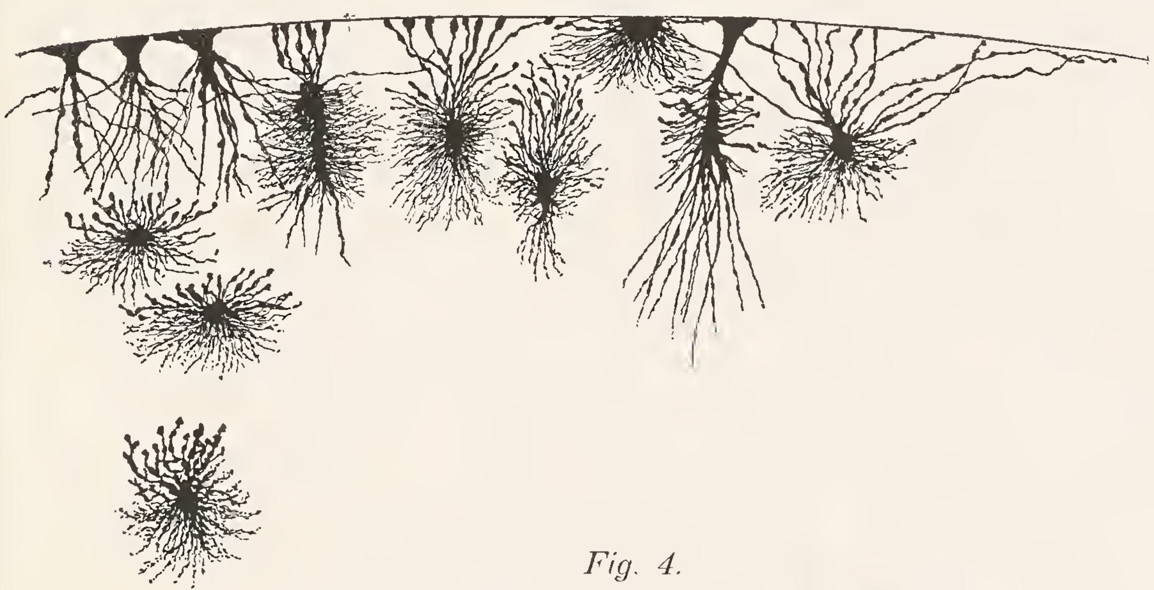


Fig. 5.

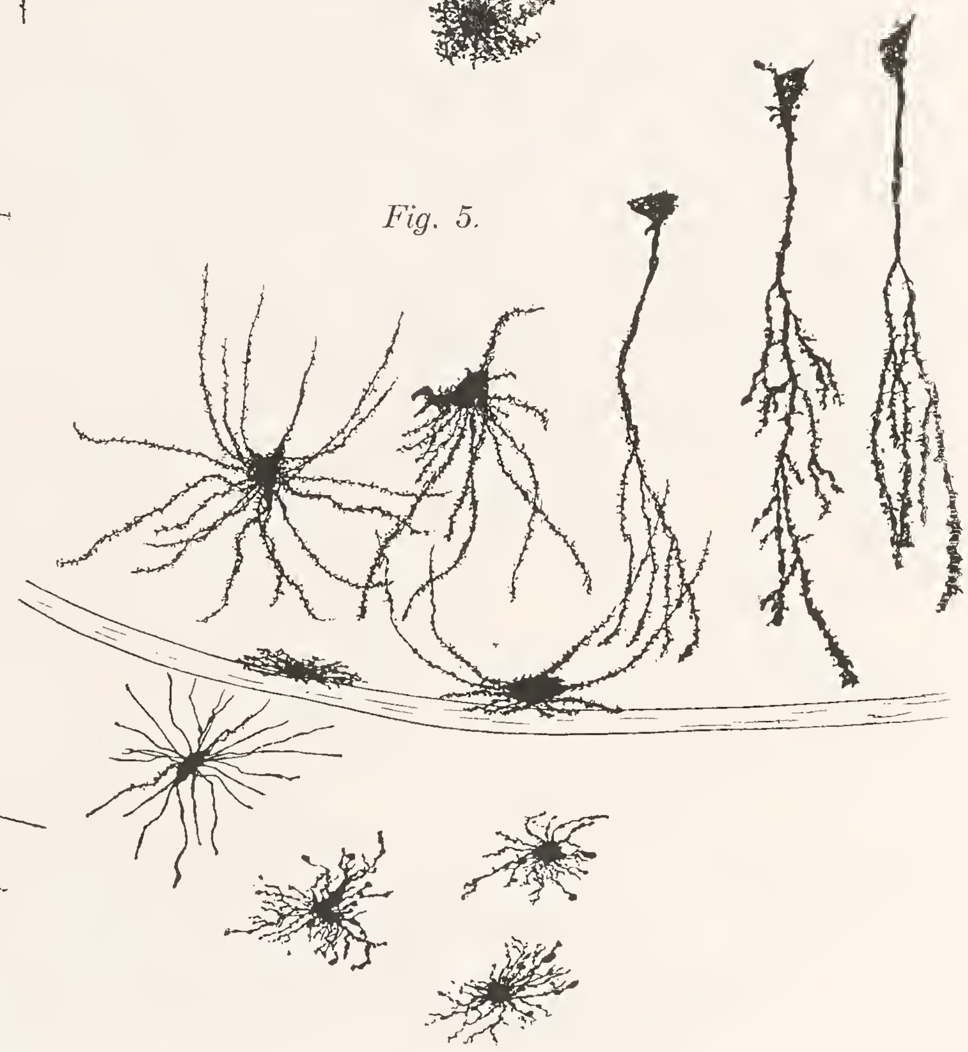


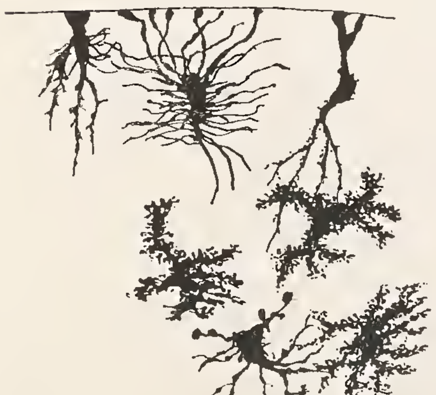
Fig. 4.



Fig. 7.



Fig. 6.



Gez. v. Gustaf Retzius.

Typogr. Central-Tryckeriet.

Fototypi v. J. Cederquist.

Tafel XI.

Die Neuroglia der Kleinhirnrinde des Menschen und der Säugethiere.

Fig. 1. Vertikalschnitt der Kleinhirnrinde eines *37 Cm. langen menschlichen Foetus*, mit fünf Bergmann'schen Faserzellen; *ä*, Vignal'sche Zellenschicht.

Fig. 2. Vertikalschicht der Kleinhirnrinde eines *45 Cm. langen menschlichen Foetus*, mit sieben Bergmann'schen Faserzellen; — *ä*, Vignal'sche Zellenschicht; — *m*, Korbzellenschicht.

Fig. 3. Vertikalschnitt der Kleinhirnrinde eines *48 Cm. langen menschlichen Foetus*, mit sechs Bergmann'schen Faserzellen und zwei Sternstrahlern in frühem Entwicklungsstadium; — *ä*, Vignal'sche Schicht; — *m*, Korbzellenschicht.

Fig. 4. Vertikalschnitt der Kleinhirnrinde eines *3 Monate alten Kindes*, mit zwei Bergmann'schen Faserzellen und drei Langsternstrahlern; — *ä*, Vignal'sche Schicht; — *m*, Korbzellenschicht.

Fig. 5. Vertikalschnitt der Kleinhirnrinde eines *33-jährigen Mannes*, mit drei Bergmann'schen Faserzellen, zwei Kurzsternstrahlern und zwei Langsternstrahlern.

Fig. 6. Vertikalschnitt der Kleinhirnrinde eines noch nicht ausgetragenen *Katzenfoetus*, mit zwei Bergmann'schen Faserzellen und verschiedenen Zellen der Vignal'schen Schicht; nach unten von der letzteren findet sich eine noch unentwickelte Korbzelle und ein Fortsatz einer anderen Zelle derselben Art.

Fig. 7. Vertikalschnitt der Kleinhirnrinde einer *3 Tage alten Katze*, mit zwei Bergmann'schen Faserzellen; — *ä*, Vignal'sche Schicht; — *m*, Korbzellenschicht.

Fig. 8. Vertikalschnitt der Kleinhirnrinde einer *$5^1/_2$ Tage alten Katze*, mit sechs Bergmann'schen Faserzellen und zwei Kurzsternstrahlern; — *ä*, Vignal'sche Zellenschicht; — *m*, Korbzellenschicht.

Fig. 9. Vertikalschnitt der Kleinhirnrinde einer *14 Tage alten Katze*, mit vier Bergmann'schen Faserzellen, fünf Kurzsternstrahlern und einer Zelle von schwer bestimmbarer Bedeutung; — *ä*, Vignal'sche Zellenschicht; — *t*, die tangentialen bipolaren Zellen dieser Schicht; — *m*, Korbzellenschicht mit einer Korbzelle (*k*); — *f*, Markstrahlung.

Fig. 10. Partie eines Tangentialschnittes der Kleinhirnrinde einer *14 Tage alten Katze*, mit einer Anzahl tangentialer bipolarer Elemente (untere Abtheilung der Vignal'schen Schicht).

Fig. 11. Vertikalschnitt der Kleinhirnrinde einer *22 Tage alten Katze*, mit drei Bergmann'schen Faserzellen und einem Kurzsternstrahler; — *ä*, Vignal'sche Zellenschicht mit eigenthümlichen, tangential verlaufenden Fasern; — *m*, Korbzellenschicht.

Fig. 12. Ein Langsternstrahler aus der Markstrahlung der Kleinhirnrinde einer *22 Tage alten Katze*.

Sämmtliche Figuren der Tafel sind nach Golgi'schen Präparaten bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.

Fig. 1.



Fig. 2.

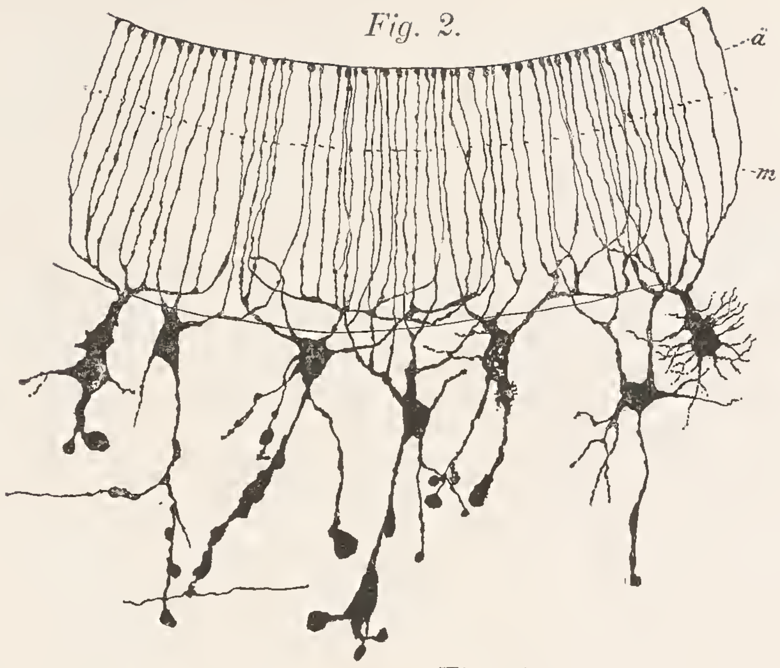


Fig. 3.

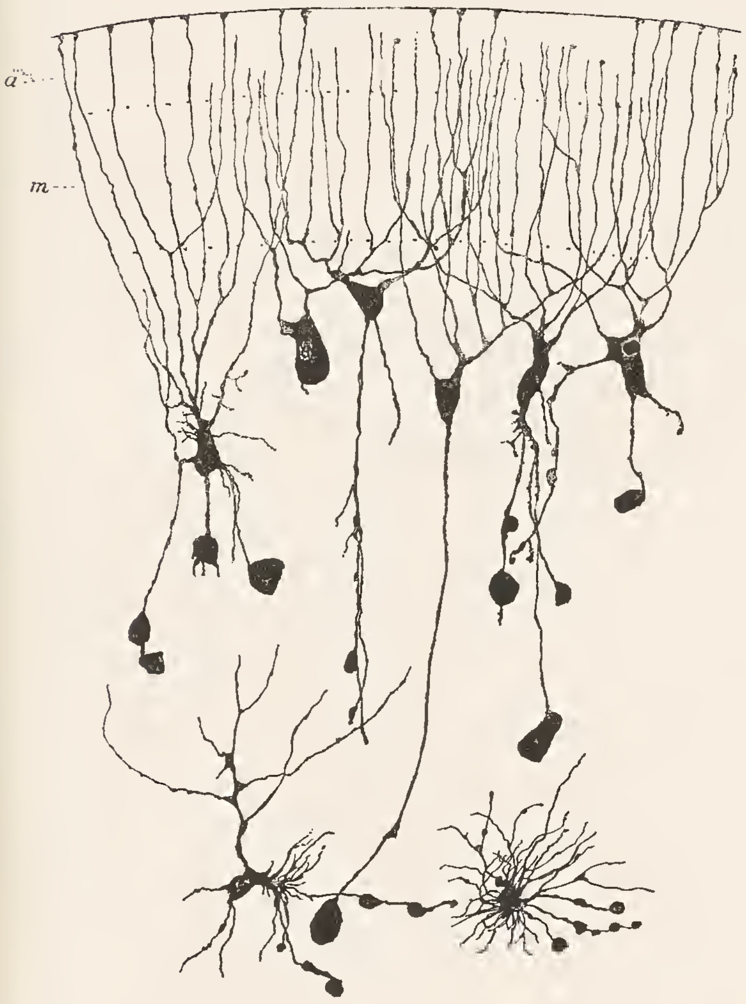


Fig. 4.

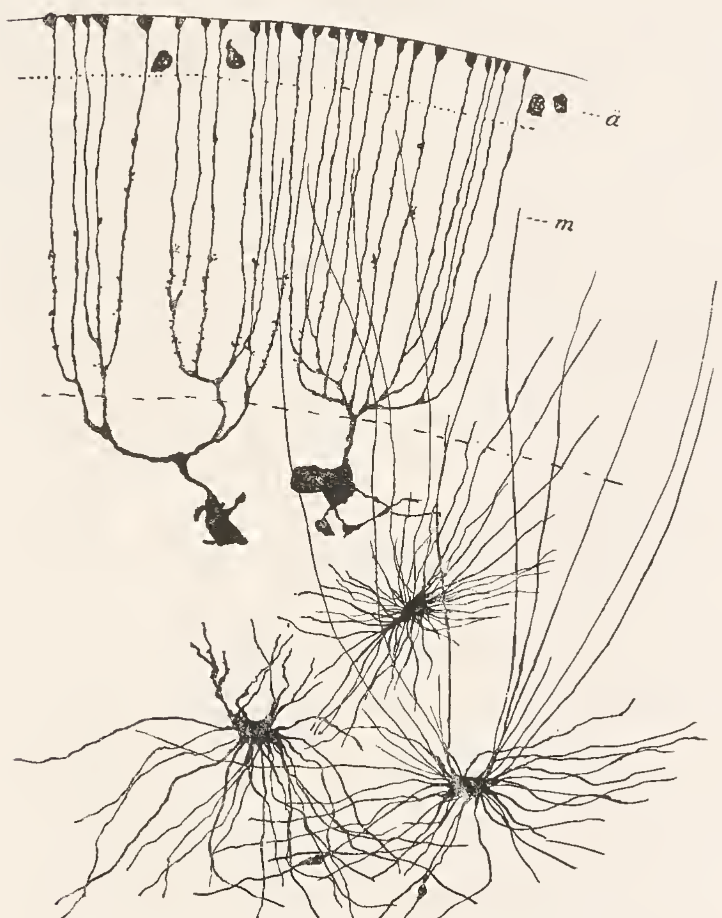


Fig. 5.



Fig. 9.



Fig. 7.

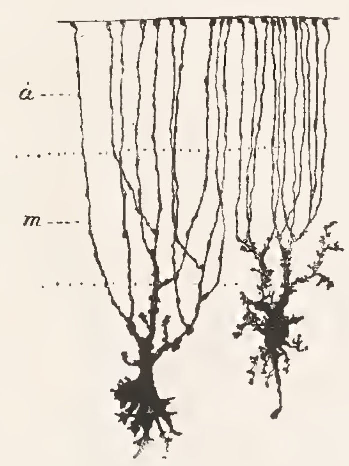


Fig. 6.



Fig. 8.

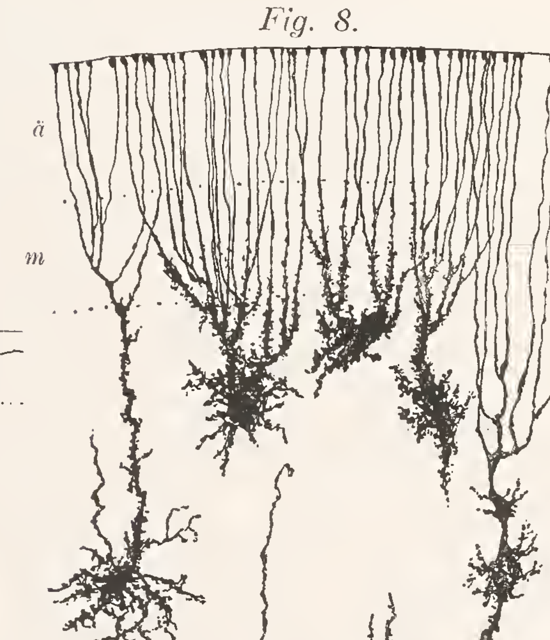


Fig. 11.

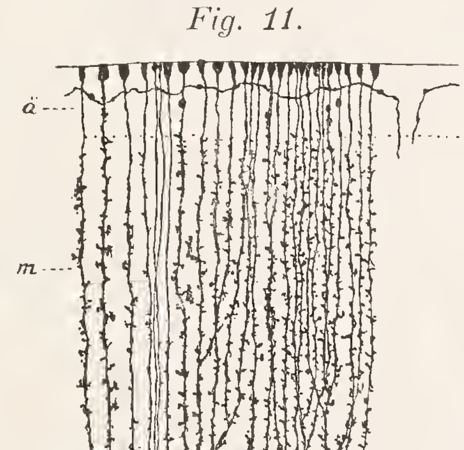
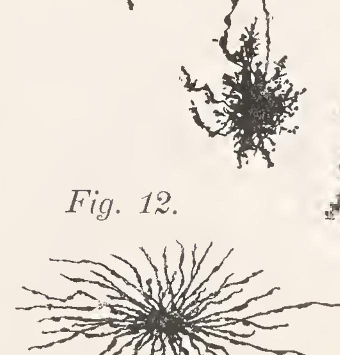


Fig. 10.



Fig. 12.



Gez. v. Gustaf Retzius. Typogr. Central-Tryckeriet. Fototypi v. J. Cederquist.

Tafel XII.

Die Neuroglia der Neuro-Hypophyse der Säugethiere.

Fig. 1. Sagittalschnitt der Neuro-Hypophyse eines *14 Cm. langen Katzenfoetus;* — *t,* dritter Ventrikel, welcher in den Trichterkanal übergeht; — *nh,* Höhle der Neuro-Hypophyse; — *ep,* Epithelsaum; — *eh,* Höhle der epithelialen Hypophyse; — *e,* epitheliale Hypophyse.

Fig. 2. Frontalschnitt der Neuro-Hypophyse eines *jungen Hundes;* — *t,* der vom dritten Ventrikel sich in die Neuro-Hypophyse hinabsenkende Trichterkanal; — *i,* Ventrikalwand mit Ependym und Neuroglia; nach unten hin knickt sich die Wand beiderseits nach aussen hin ein und bildet eine Falte; — *ep,* Epithelsaum; — *eh,* die nach aussen davon befindliche eng spaltenförmige Höhle der epithelialen Hypophyse (*e*).

Fig. 2 a. Mosaikzeichnung des Epithelsaums, von aussen gesehen (junger *Hund*).

Fig. 3. Randpartie der Neuro-Hypophyse (Vertikalschnitt) eines *8 Tage alten Kaninchens;* — *ä,* Epithelsaum mit gefärbten Zellen; — *bg,* Blutgefäss, welches dicht unter dem Epithelsaum verläuft. Verschiedene Neurogliazellen dargestellt.

Fig. 4. Randpartie der Neuro-Hypophyse (Vertikalschnitt) eines *2 Monate alten Hundes;* — *e,* Epithelsaum; — *bg,* Blutgefässe im Längsschnitt und Querschnitt. Neurogliazellen von verschiedener Form wiedergegeben.

Fig. 5. Eine Gruppe von Neurogliazellen aus dem Inneren der Neuro-Hypophyse eines *2 Monate alten Hundes.*

Fig. 6. Eine Gruppe von Neurogliazellen aus dem Inneren der Neuro-Hypophyse des *1-jährigen Hundes;* — *bg,* Querschnitt eines Blutgefässes.

Fig. 7. Neurogliazellen und Fasern aus dem Inneren der Neuro-Hypophyse eines *1-jährigen Hundes.*

Fig. 8. Drei Neurogliazellen aus dem Trichterhalse in der Nähe der Neuro-Hypophyse eines *17-jährigen Mannes.*

Fig. 9. Zwei Neurogliazellen und mehrere Fasern aus der Neuro-Hypophyse (in der Nähe des Halstheiles) eines *2 Monate alten Kindes;* — *bg,* Blutgefäss, an welches sich mehrere Fortsätze der einen Zelle ansetzen.

Sämmtliche Figuren sind nach Golgi'schen Präparaten wiedergegeben. Die Fig. 1 ist bei Vér. Obj. 2 und Ocul. 1 (eingeschob. Tubus), die Fig. 2 bei Vér. Obj. 2 (halb abgeschraubt) und Ocul. 1 (eingeschob. Tubus), die übrigen Figuren sind bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.


Fig. 1.
t
e
ch
nh
ep
Fig. 2. a
Fig. 2.
i
t
e
ep
Fig. 3.
ä
bg
Fig. 4.
e
bg
Fig. 5.
Fig. 6.
bg
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
bg

Tafel XIII.

Die Neuroglia des Sehnerven und der Netzhaut.

Fig. 1. Randpartie eines Sehnerven von einem *28 Cm. langen menschlichen Embryo;* — *o*, Pialscheide des Sehnerven.

Fig. 2. Randpartie mit der Pialscheide (*o*) des Sehnerven von einem *45 Cm. langen menschlichen Foetus;* — *bg*, Balken mit quergeschnittenen Blutgefässen.

Fig. 3. Partie vom Inneren eines Querschnitts des Sehnerven mit quergeschnittenen Nervenfaserbündeln (*nb*), Blutgefässen (*bg*) und drei Neurogliazellen. Von einem *48 Cm. langen menschlichen Foetus.*

Fig. 4. Randpartie mit der Pialscheide (*o*) von einem Querschnitte des Sehnerven eines *14 Cm. langen Katzenfoetus.*

Fig. 5. Randpartie mit der Pialscheide (*o*) von einem Querschnitte des Sehnerven einer *5 Tage alten Katze.*

Fig. 6. Randpartie mit der Pialscheide (*o*) von einem Längsschnitt des Sehnerven einer *5 Tage alten Katze.*

Fig. 7. Randpartie mit der Pialscheide (*o*) von einem Querschnitt des Sehnerven einer *14 Tage alten Katze.*

Fig. 8. Randpartie mit der Pialscheide (*o*) von einem Querschnitt des Sehnerven eines *1 Monat alten Hundes.*

Fig. 9. Randpartie mit der fibrösen Begrenzung (*o*) von einem Querschnitt des Sehnerven in der Gegend der Lamina cribrosa eines *neugeborenen Hundes.*

Fig. 10. Randpartie des Sehnerveneintritts in das Auge, im Längsschnitt. Von einem *28 Cm. langen menschlichen Embryo;* eine Anzahl gestreckter, gegen den Retinawinkel (*re*) senkrecht gerichteter Neurogliazellen sind dargestellt.

Fig. 11. Vertikalschnitt der Retina eines *$4^1/_2$ Tage alten Hühnerembryos.* Die innere Fläche (Limitans interna) ist nach der unteren Seite der Tafel gerichtet.

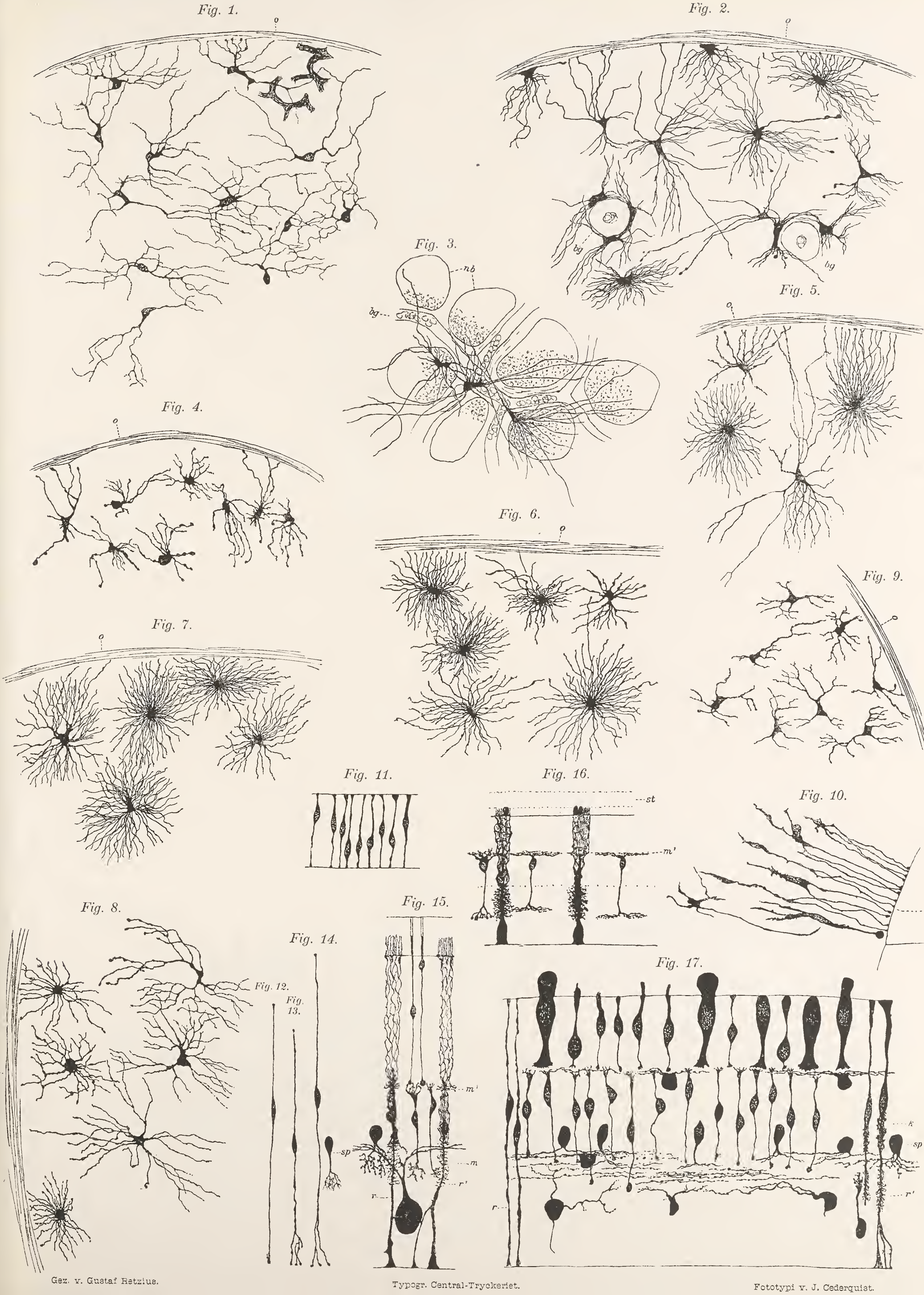
Fig. 12—14. Müller'sche Stützfasern in embryonalem Stadium. — *Fig. 12,* von dem *neugeborenen Mus decumanus;* — *Fig. 13,* von einem *4 Tage alten Mus musculus,* aus der Gegend der Ora serrata; — *Fig. 14* von einem *4 Tage alten Mus musculus,* aus der Umgebung der Papilla optici; *sp.* eine amacrine Zelle der inneren Körnerschicht.

Fig. 15. Partie eines Vertikalschnitts der Retina einer *1 Monat alten Katze.* — *r*, *r'*, Müller'sche Stützfasern; — *m.* innere reticulirte und *m'* äussere reticulirte Schicht. Es sind auch eine Ganglienzelle, amacrine Zellen und Stäbchenelemente dargestellt.

Fig. 16. Partie eines Vertikalschnitts der Retina eines *6 Wochen alten Kaninchens.* Zwei Müller'sche Fasern und drei amacrine Zellen sind wiedergegeben. — *st*, Stäbchenschicht; — *m'*, äussere reticulirte Schicht.

Fig. 17. Vertikalschnitt der Retina eines *28 Cm. langen menschlichen Embryos.* — *r*, Müller'sche Fasern aus der vorderen, peripherischen Zone; — *r'*, Müllersche Fasern aus der hinteren Zone; — *k*, innere Körnerschicht; — *sp*, amacrine Zellen verschiedener Art. Es sind auch mehrere Stäbchen, Zapfen und Ganglienzellen wiedergegeben. Aus mehreren Präparaten zusammengestellt.

Sämmtliche Figuren der Tafel sind nach Golgi'schen Präparaten und bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus) gezeichnet. Nur die Fig. 17 ist bei ausgezogenem Tubus wiedergegeben.



Gez. v. Gustaf Retzius. Typogr. Central-Tryckeriet. Fototypi v. J. Cederquist.

Tafel XIV.

Die Cajal'schen Zellen der Grosshirnrinde des Menschen.

Fig. 1—4. Vertikalschnitte der Hirnrinde der Parieto-occipitalregion eines *23.5 Cm.* langen menschlichen *Embryo.* Cajal'sche Zellen in Entwicklungsstadien.

Fig. 5. Cajal'sche Zellen in tangentialer Ausbreitung (Tangentialschnitt der Rinde) vom *23.5 Cm.* langen menschlichen *Embryo.*

Fig. 6—9. Vertikalschnitte der Hirnrinde eines *28 Cm.* langen *Embryo.* Fig. 6 und 8 aus der Temporalregion, Fig. 7 und 9 aus der Frontalregion des Gehirns. Cajal'sche Zellen in Entwicklungsstadien.

Sämmtliche Figuren der Tafel sind nach Golgi'schen Präparaten bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.

o in den Figuren giebt den Oberflächenrand der Hirnrinde an.

Fig. 1.



Fig. 2.

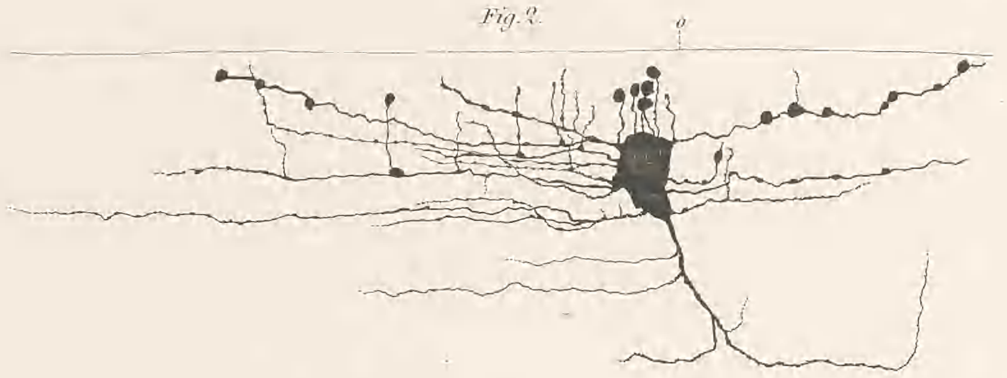


Fig. 3.

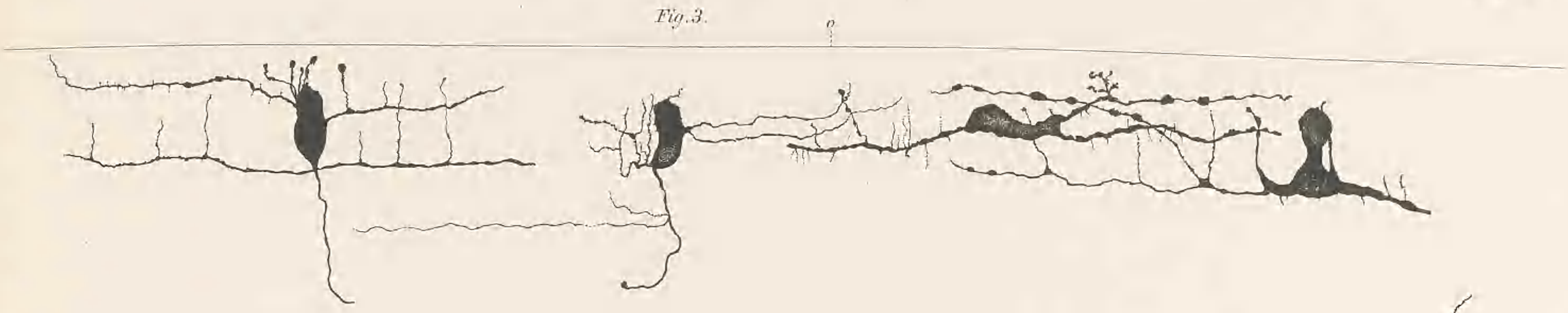


Fig. 4.

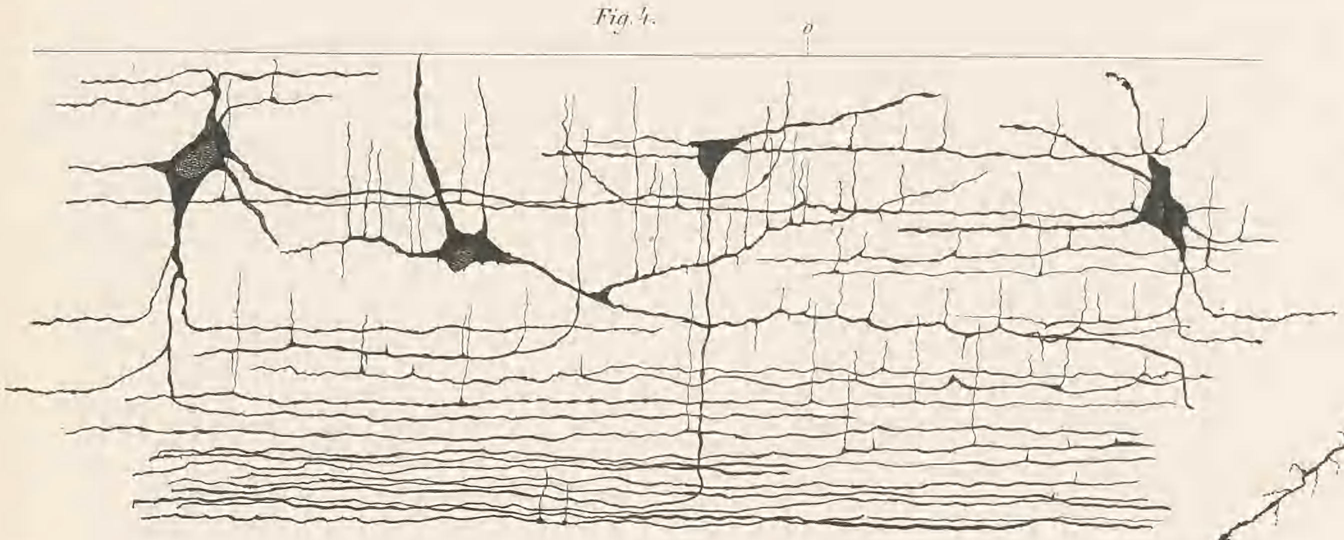


Fig. 5.



Fig. 6.

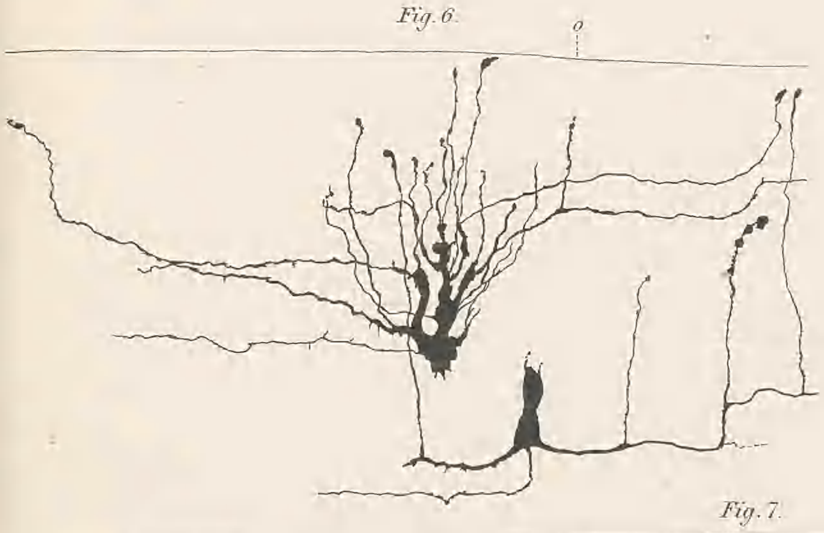


Fig. 7.

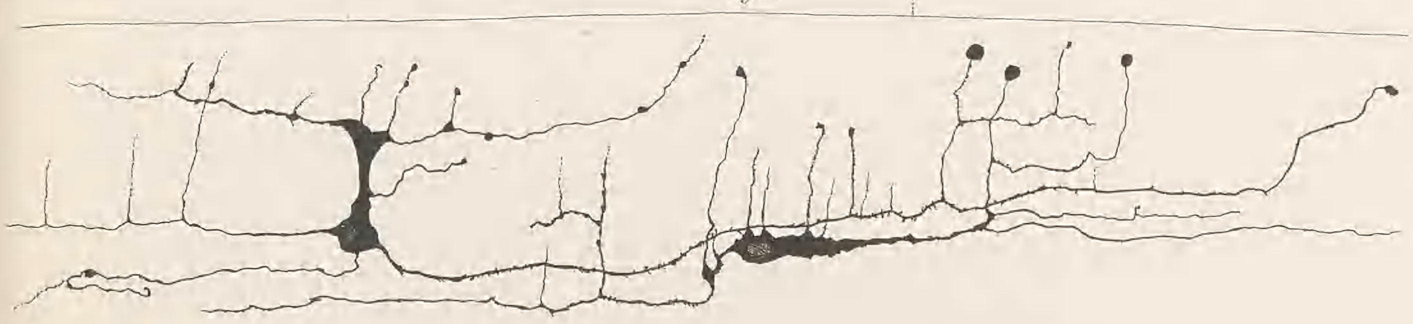


Fig. 8.

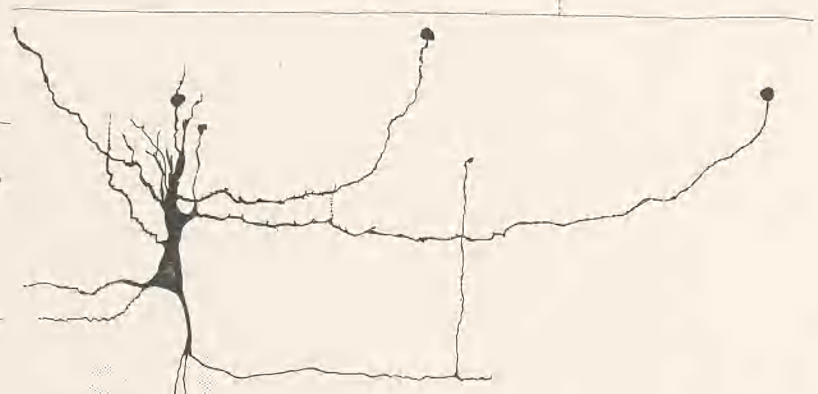
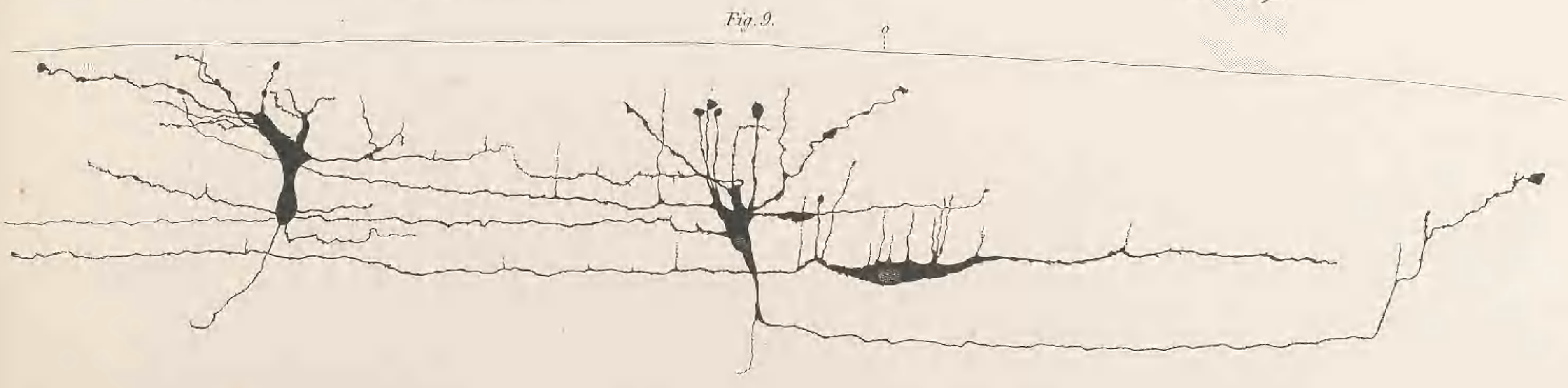


Fig. 9.



Gez. v. Gustaf Retzius. G. Thelander lith. W. Schlachter, Stockholm

Tafel XV.

Die Cajal'schen Zellen der Grosshirnrinde des Menschen.

Fig. 1. Vertikalschnitt der Grosshirnrinde von einem *28 Cm.* langen menschlichen *Embryo.* — *o,* Oberflächenrand der Hirnrinde; — *ep,* Ependymzellenenden (rechts der Fortsatz einer Ganglienzelle); — *gz,* Ganglienzellen der Pyramidenschicht. Cajal'sche Zellen und Neurogliazellen in frühen Entwicklungsstadien.

Fig. 2 und 3. Vertikalschnitte der Grosshirnrinde von einem *28 Cm.* langen menschlichen *Embryo.* Cajal'sche Zellen in frühen Entwicklungsstadien.

Fig. 4. Vertikalschnitt der Grosshirnrinde eines *6 ½ Monate* alten menschlichen *Foetus.* Region der Centralwindungen. Vier Cajal'sche Zellen und drei Neurogliazellen *(nz).*

Sämmtliche Figuren sind nach Golgi'schen Präparaten und bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus) gezeichnet. *o* bezeichnet den Rand der Oberfläche der Gehirnrinde.

Fig. 1. Fig. 5. Fig. 2.

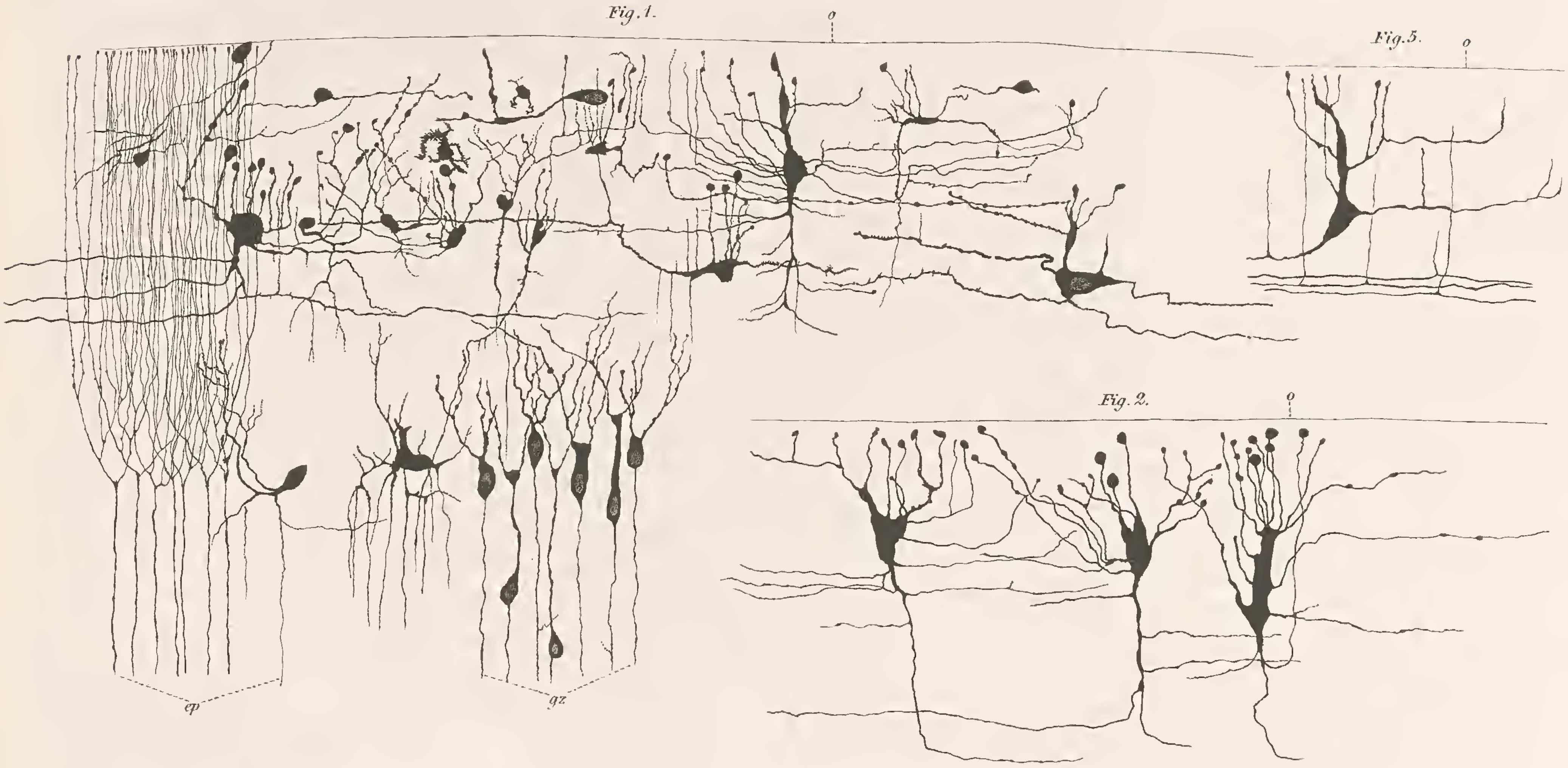


Fig. 3

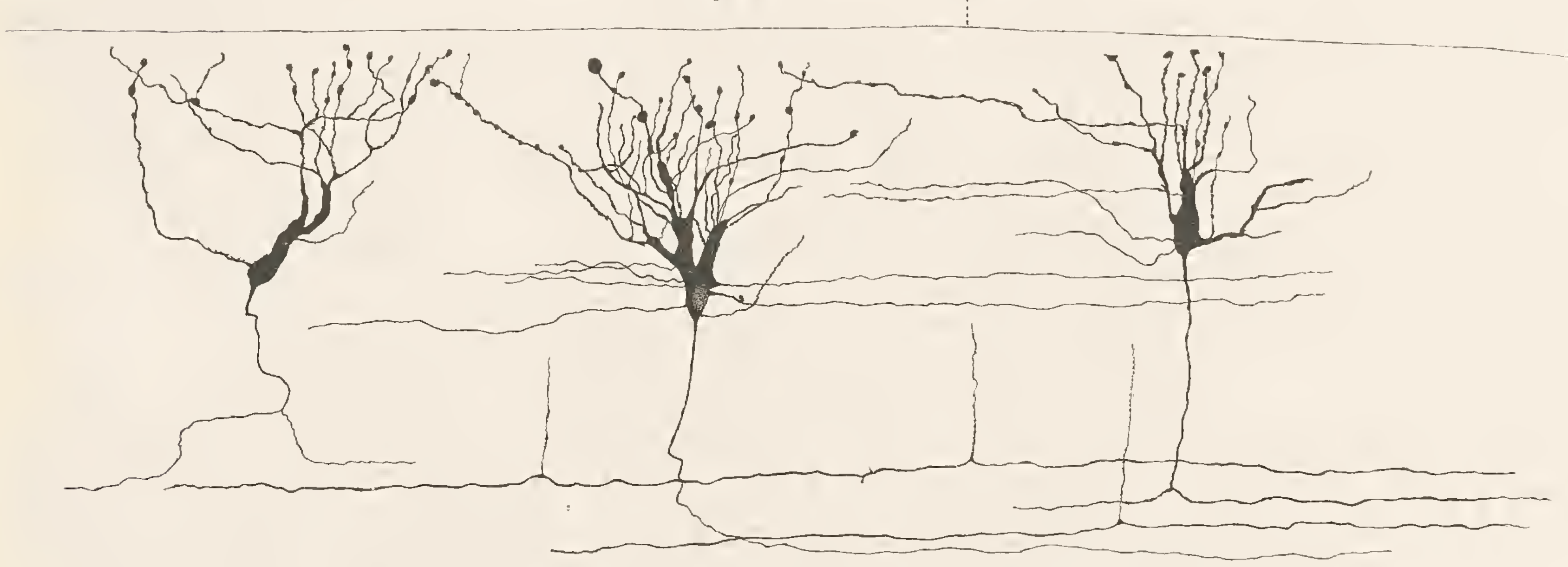
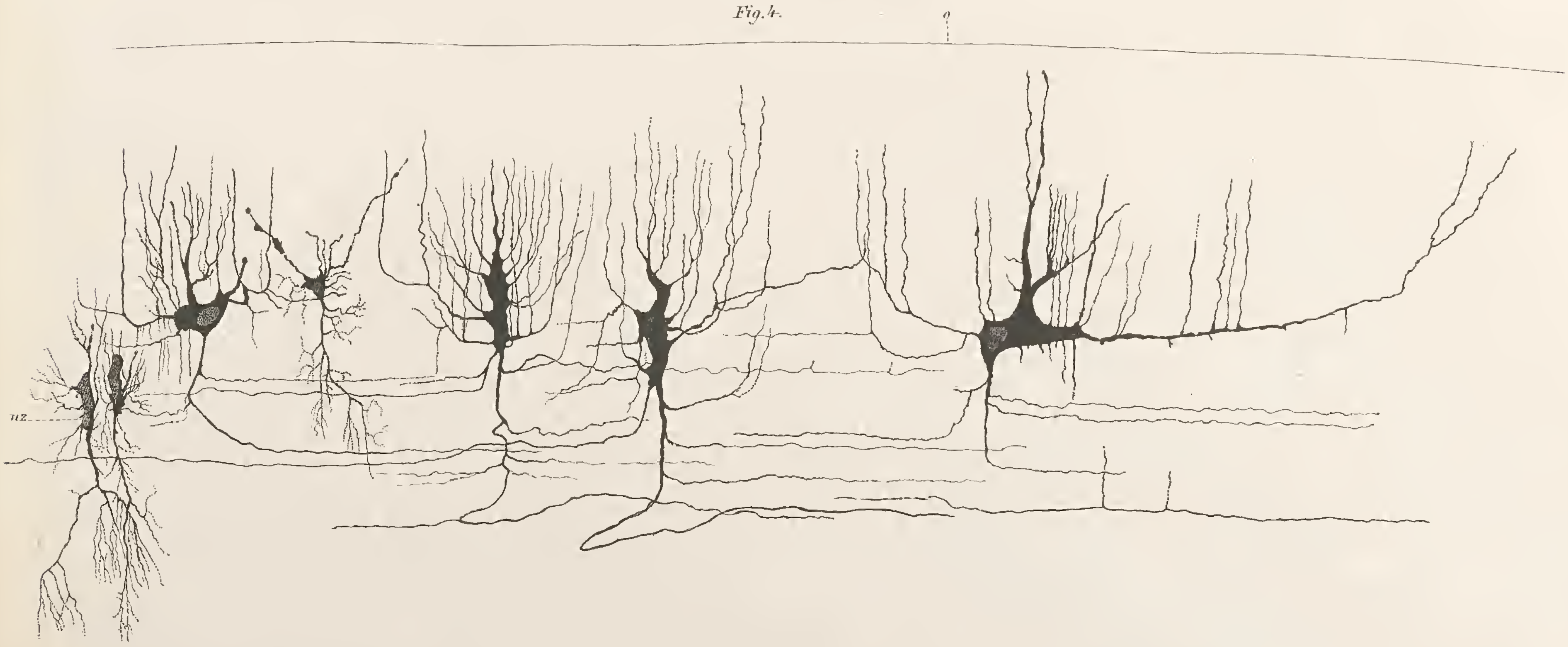


Fig. 4.



Tafel XVI.

Die Cajal'schen Zellen der Grosshirnrinde des Menschen.

Fig. 1. Vertikalschnitt der Rinde aus der Region der Centralwindungen eines $6^1/_2$ *Monate alten menschlichen Foetus,* mit einer Cajal'schen Zelle.

Fig. 2. Vertikalschnitt der Rinde eines $6^1/_2$ *Monate alten menschlichen Foetus,* mit einer Cajal'schen und zwei Neurogliazellen.

Fig. 3 und 4. Tangentialschnitte der Oberflächenschicht der Rinde aus der Temporalregion eines $6^1/_2$ *Monate alten menschlichen Foetus,* mit Cajal'schen Zellen; — *nz,* Neurogliazellen.

Fig. 5. Vertikalschnitt der Rinde des Occipitallappens eines $7^1/_2$ *Monate alten menschlichen Foetus,* mit zwei Cajal'schen Zellen, einem reichlichen Gitterwerk von Tangentialfasern, die Seitenäste nach der Oberfläche hinan schicken, ferner mit vier Neurogliazellen (*nz*) und einer Pyramidenzelle.

Sämmtliche Figuren der Tafel sind nach Golgi'schen Präparaten bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.

Fig. 1.

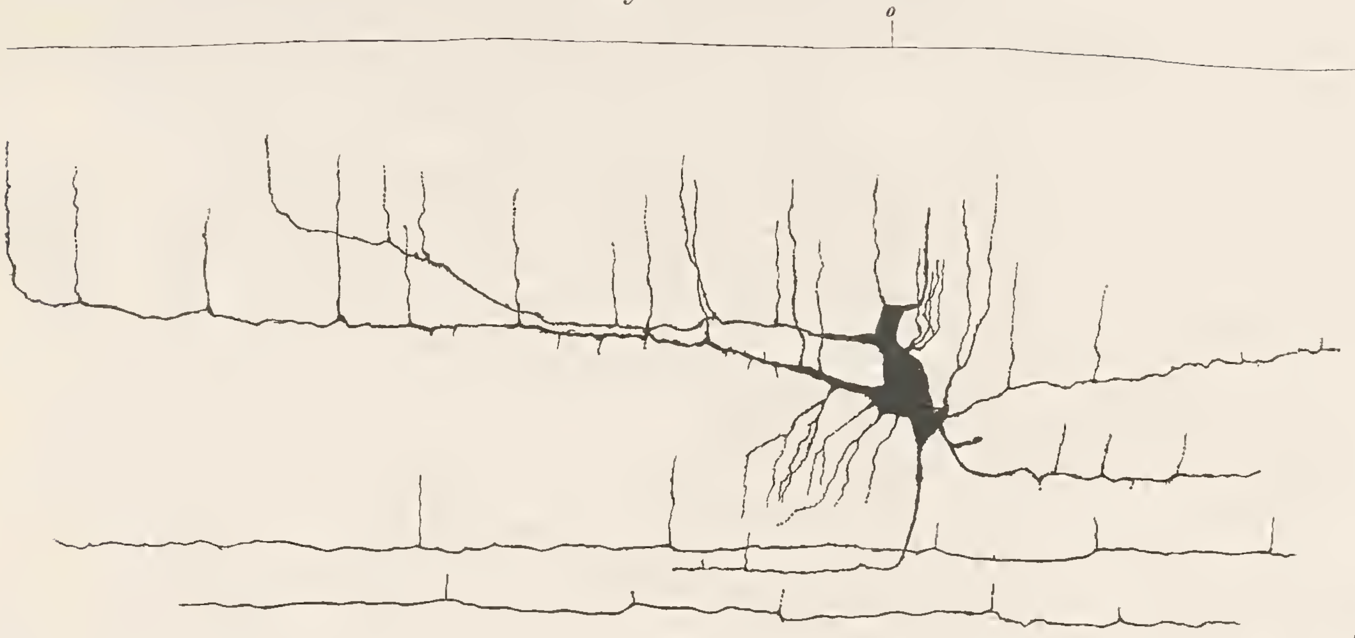


Fig. 3.



Fig. 2.

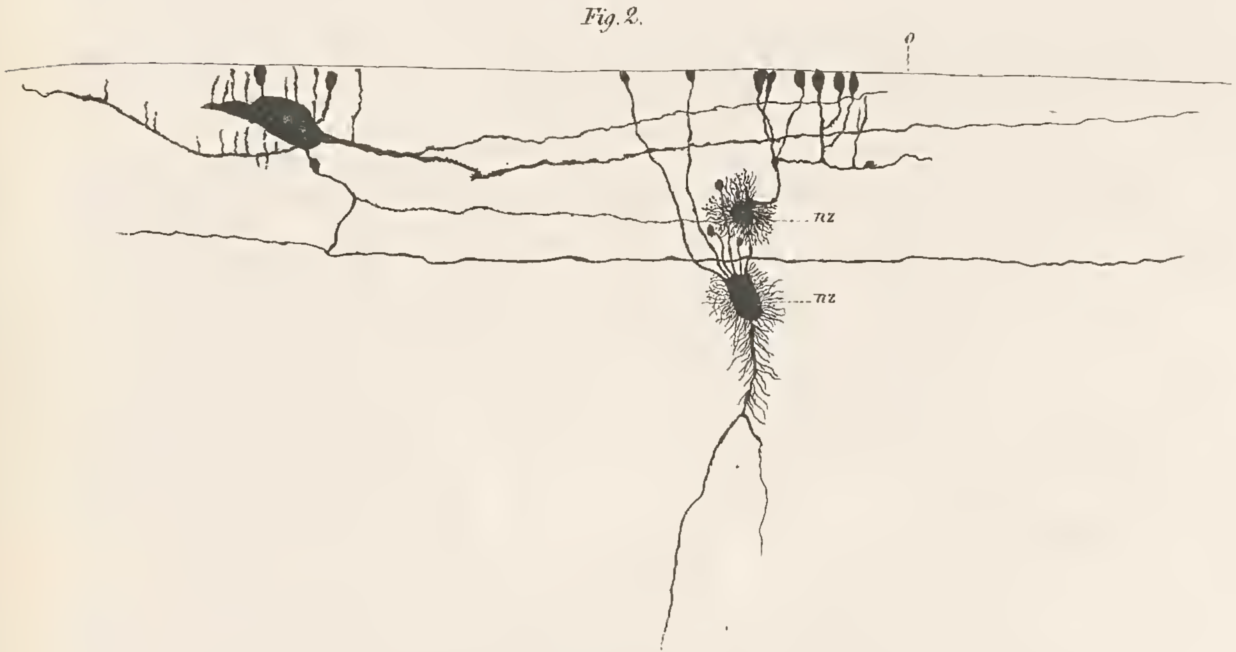
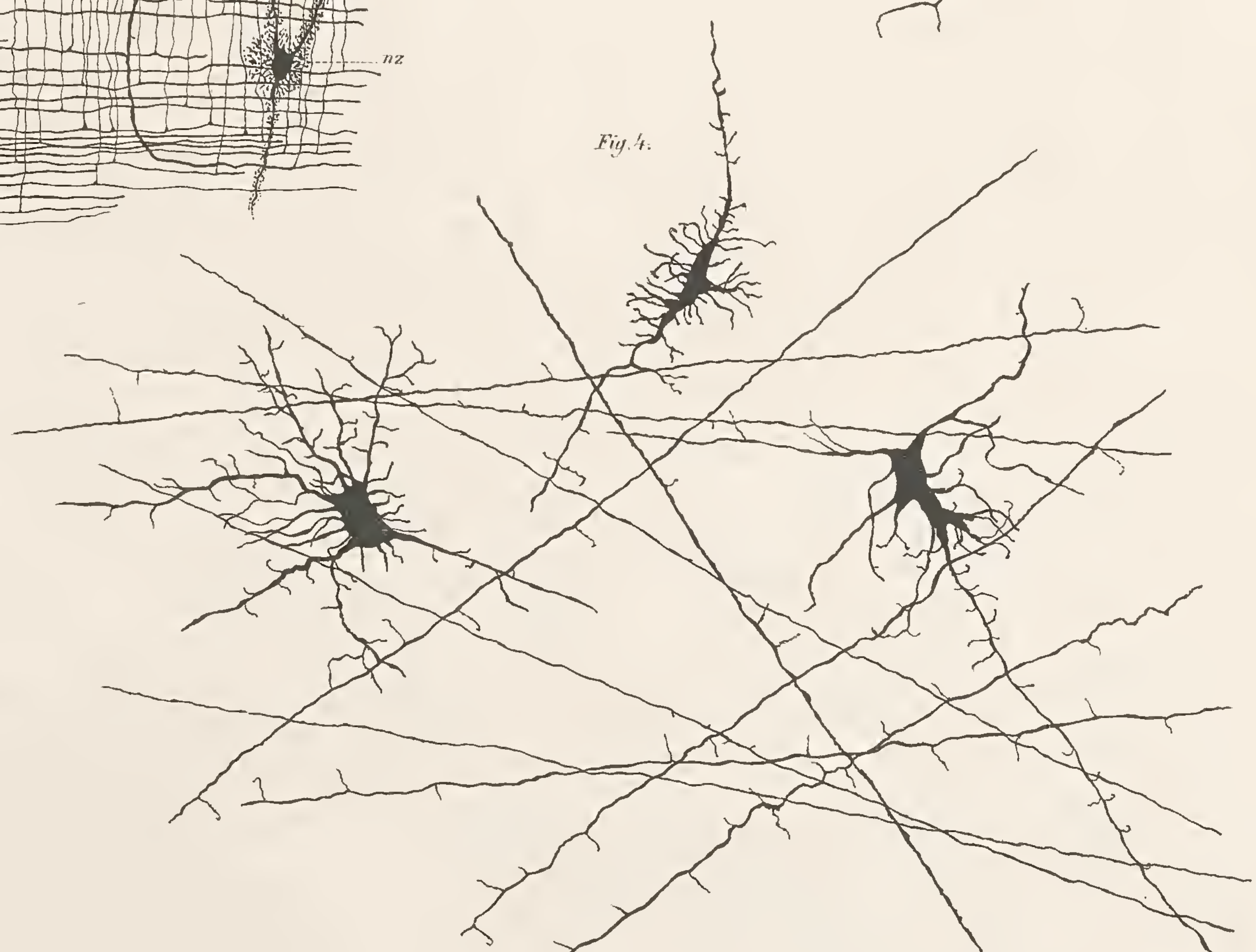


Fig. 5.



Fig. 4.



Gez. v. Gustaf Retzius G. Tholander lith. W. Schlachter, Stockholm.

Tafel XVII.

Die Cajal'schen Zellen der Grosshirnrinde des Menschen.

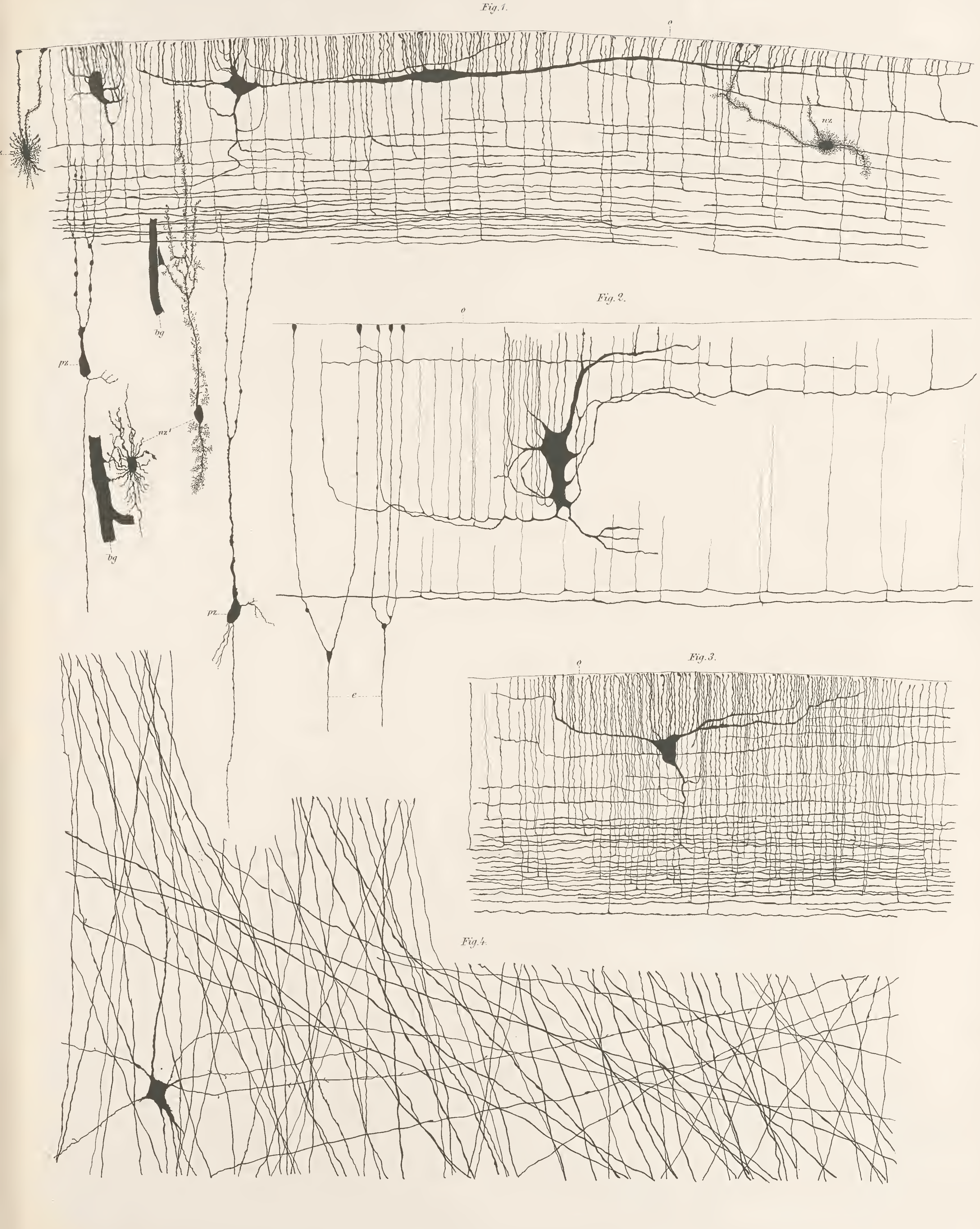
Fig. 1. Vertikalschnitt der Rinde aus dem Occipitallappen eines $7^1/_2$ *Monate alten menschlichen Foetus,* mit drei Cajal'schen Zellen, verschiedenen verästelten tangentialen Fasern, zwei Pyramidenzellen (*pz*) und vier Neurogliazellen (*nz*), von denen zwei (nz^1) Füsse an Blutgefässe hinan (*bg*) schicken; *o* die Oberfläche des Gehirns.

Fig. 2. Vertikalschnitt der Rinde des Temporallappens eines 7 *Monate alten menschlichen Foetus,* mit einer Cajal'schen Zelle, einigen »Tangentialfasern» und zwei äusseren Enden von Ependymzellen (*e*); — *o*, die Oberfläche des Gehirns.

Fig. 3. Vertikalschnitt der Rinde des Occipitallappens eines $7^1/_2$ *Monate alten menschlichen Foetus,* mit einer Cajal'schen Zelle und dem reichen Gitterwerk der »Tangentialfasern», deren Aeste senkrecht nach der Oberfläche (*o*) hin emporsteigen.

Fig. 4. Tangentialschnitt der Rinde des Occipitallappens von einem $7^1/_2$ *Monate alten menschlichen Foetus,* mit dem Geflecht der Tangentialfasern und einer Cajal'schen Zelle.

Die Figuren der Tafel sind nach Golgi'schen Präparaten bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus), und nur die Fig. 2 ist bei etwas stärkerer Vergrösserung (ausgezog. Tubus) gezeichnet.



Gez. v. Gustaf Retzius G. Tholander lith. W. Schlachter, Stockholm.

Tafel XVIII.

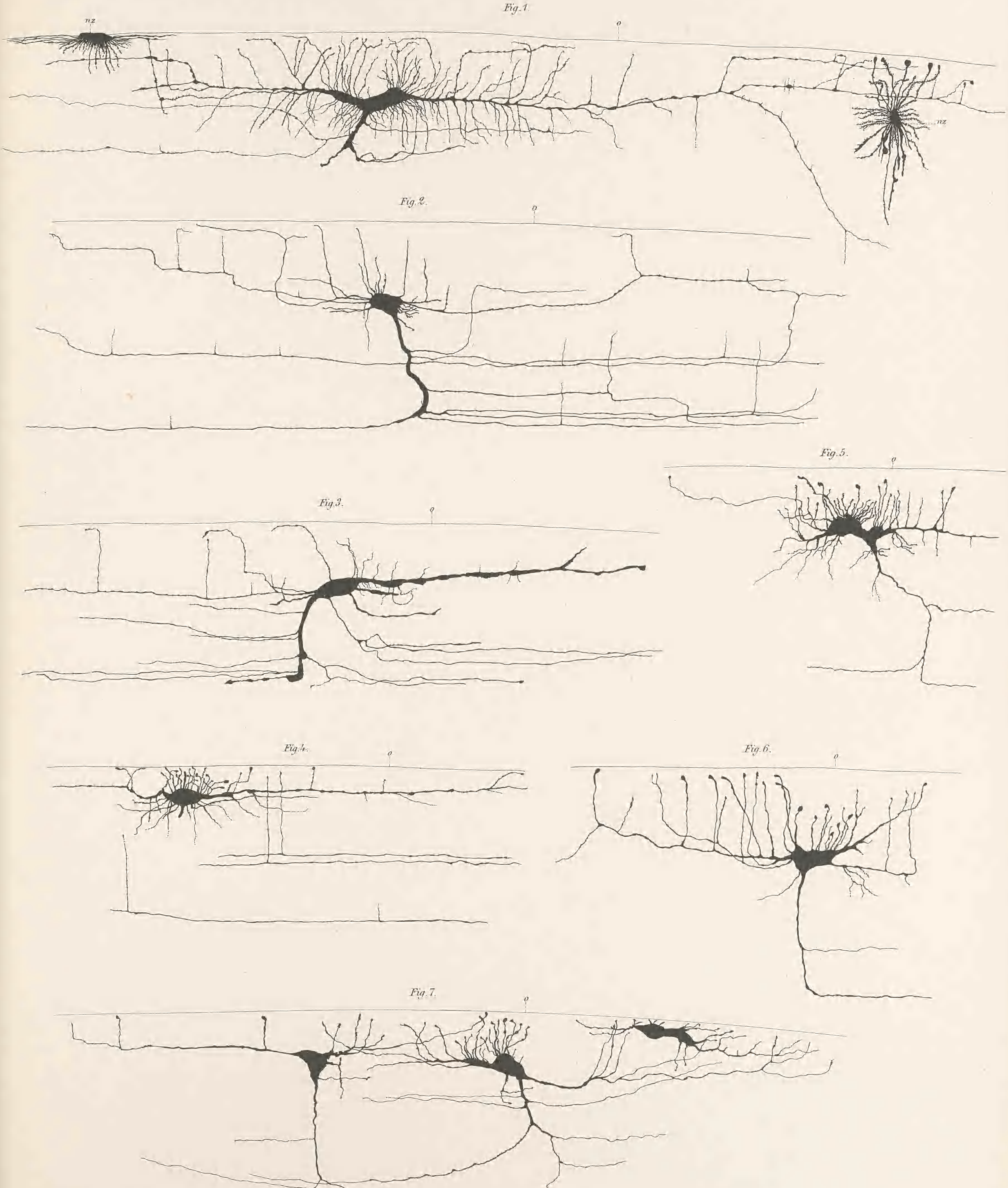
Die Cajal'schen Zellen der Grosshirnrinde des Menschen.

Fig. 1. Vertikalschnitt der Rinde (eines Gyrus centralis) von einem *45 Cm. langen menschlichen Foetus,* mit einer Cajal'schen Zelle und zwei Neurogliazellen (*nz*).

Fig. 2—4. Vertikalschnitte der Rinde (eines Gyrus centralis) von einem *45 Cm. langen menschlichen Foetus,* mit je einer Cajal'schen Zelle.

Fig. 6 und 7. Vertikalschnitte der Rinde (Gyri centrales) von einem ausgetragenen, *48 Cm. langen (weiblichen) Menschenfoetus,* mit Cajal'schen Zellen.

Sämmtliche Figuren sind nach Golgi'schen Präparaten bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus) gezeichnet. *o* bezeichnet den Oberflächenrand der Rinde.



Gez. v. Gustaf Retzius. G. Tholander lith. W. Schlachter, Stockholm.

Tafel XIX.

Die Cajal'schen Zellen der Grosshirnrinde des Menschen.

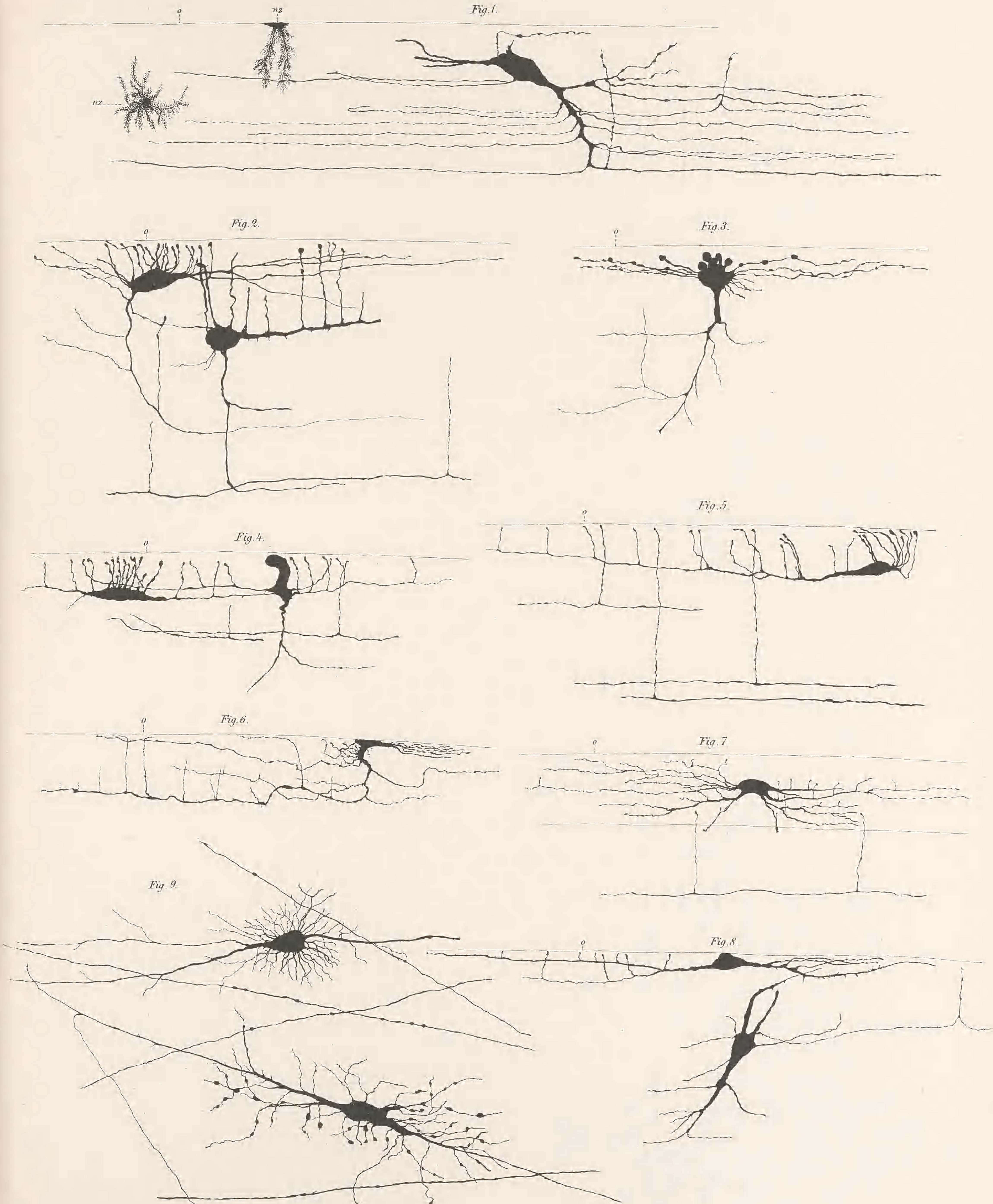
Fig. 1—6. Vertikalschnitte der Rinde (Gyri centrales) eines ausgetragenen, *48 Cm. langen (weiblichen) Menschenfoetus,* mit Cajal'schen Zellen von verschiedener Gestalt; — *nz,* Neurogliazellen; — *o,* Oberflächenrand der Rinde.

Fig. 7. Schief von aussen durch die Rinde (Gyrus centralis) gelegter Schnitt. *Vom 48 Cm. langen Foetus.* Die Rindenoberfläche perspektivisch dargestellt; in Folge dessen sieht man die Ausbreitung der Fortsätze einer nahe unter der Oberfläche belegenen Cajal'schen Zelle; unter ihr befindet sich eine verzweigte Tangentialfaser; — *o,* hinterer Rand der Oberfläche des Schnittes.

Fig. 8. Vertikalschnitt der Rinde (eines Gyrus centralis) von einem ausgetragenen, *48 Cm. langen (weiblichen) Menschenfoetus,* mit zwei Cajal'schen Zellen.

Fig. 9. Tangentialschnitt der Rinde (eines Gyrus centralis) von einem *48 Cm. langen (weiblichen) Menschenfoetus.* Zwei Cajal'sche Zellen und einige Fasern sind dargestellt.

Sämmtliche Figuren der Tafel sind nach Golgi'schen Präparaten bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.


Fig. 1.
o
nz
nz
Fig. 2.
o
Fig. 3.
o
Fig. 4.
o
Fig. 5.
o
Fig. 6.
o
Fig. 7.
o
Fig. 8.
o
Fig. 9.

Tafel XX.

Das Ganglion ciliare.

Fig. 1. Randpartie eines Schnittes vom Ganglion ciliare eines *14 Cm. langen Katzenfoetus.*

Fig. 2—6. Partien von Schnitten von Ciliarganglien *5 Tage alter Katzen.*

Fig. 7. Randpartie eines Schnittes vom Ciliarganglion einer *14 Tage alten Katze.*

Sämmtliche Figuren der Tafel sind nach Golgi'schen Präparaten bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.

In diesen Figuren bezeichnet *o* die perineurale Kapsel; — *a* bezeichnet den Axencylinderfortsatz der multipolaren (geschwärzten) Nervenzellen; — *nb* in der Fig. 3 ist ein Bündel von vorbeistreichenden Nervenfasern. — In der Fig. 7 sind einige Nervenzellkörper nicht vollständig gefärbt worden.



Gez. v. Gustaf Retzius. G. Tholander lith. W. Schlachter, Stockholm.

Tafel XXI.

Die Entwicklung der Rückenmarkselemente bei den Ophidiern (Tropidonotus natrix).

Fig. 1. Querschnitt des Rückenmarks weit nach hinten (nach der Schwanzregion hin) von einem *40 Mm. langen Embryo.*
m — motorische Zellen der Vorderhörner.
sm — Zelle, deren Natur noch nicht sicher bestimmt werden konnte (motorische Zelle oder Strangzelle).
s — Strangzelle.
c — Commissurenzellen.
c^1 — grosse Commissurenzelle, deren Dendriten sich in die beiden Seitenhälften quer über die Centralkanalspalte ausbreiten.

Fig. 2. Querschnitt des Rückenmarks (weiter nach vorn) von einem *40 Mm. langen Embryo.*
m — motorische Zellen der Vorderhörner.
s — Strangzelle.
c — Commissurenzellen.
c^1 — Commissurenzellen, welche ihre Dendriten theilweise bis an die Centralkanalspalte schicken.
sw — sensible Wurzelfaser.
ds — Nervenzelle des Spinalganglions, welche den peripheren Fortsatz dorsalwärts schickt.
vs — Nervenzellen des Spinalganglions, welche den peripheren Fortsatz ventralwärts schicken.
sk — Wachsthumskeule des peripheren, ventralwärts ziehenden Fortsatzes einer Nervenzelle des Spinalganglions.

Fig. 3. Querschnitt des Rückenmarks (im hinteren Theil des Körpers) eines *50 Mm. langen Embryos.*
m — motorische Zellen der Vorderhörner.
s — Strangzellen.
c — Commissurenzellen.
c^1 — Commissurenzelle, die Dendritenfortsätze in beide Seitenhälften schickt.
sw — sensible Wurzelfasern.
vs — Nervenzelle des Spinalganglions, welche den peripheren Fortsatz ventralwärts schickt.

Fig. 4. Sagittaler Längsschnitt des Rückenmarks eines *50 Mm. langen Embryos.* Hintere Lateralpartie des Markes mit sensiblen Wurzelfasern, welche sich dichotomisch theilen und, Collateralen abgebend, proximal- und dorsalwärts ziehen. Drei Wurzelfasern lassen sich bis zu ihren Nervenzellen (*sz*) im Ganglion verfolgen.

Fig. 5. Seitenpartie eines Frontalschnitts des Grosshirns von einem *80 Mm. langen Embryo.* Ependymzellen.

Sämmtliche Figuren der Tafel sind nach Golgi'schen Präparaten, die Fig. 5 bei Vér. Obj. 2 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus), die Fig. 1—4 bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.

Fig. 1.

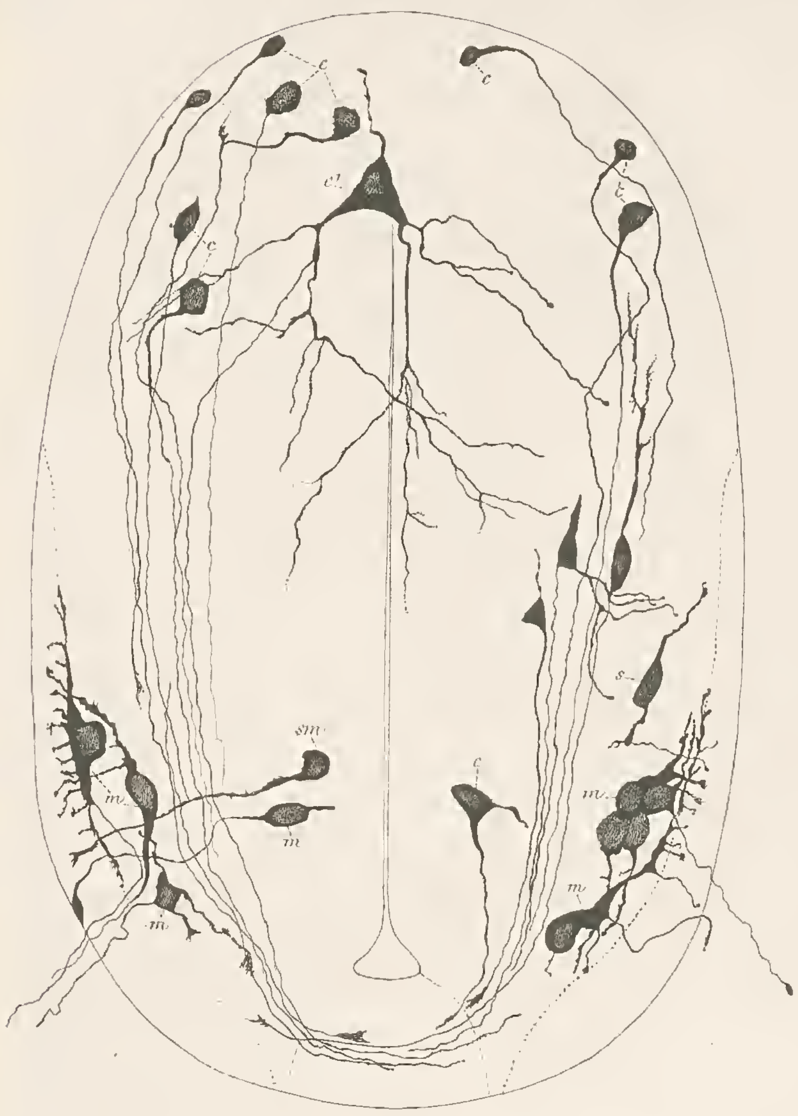


Fig. 2.



Fig. 4.

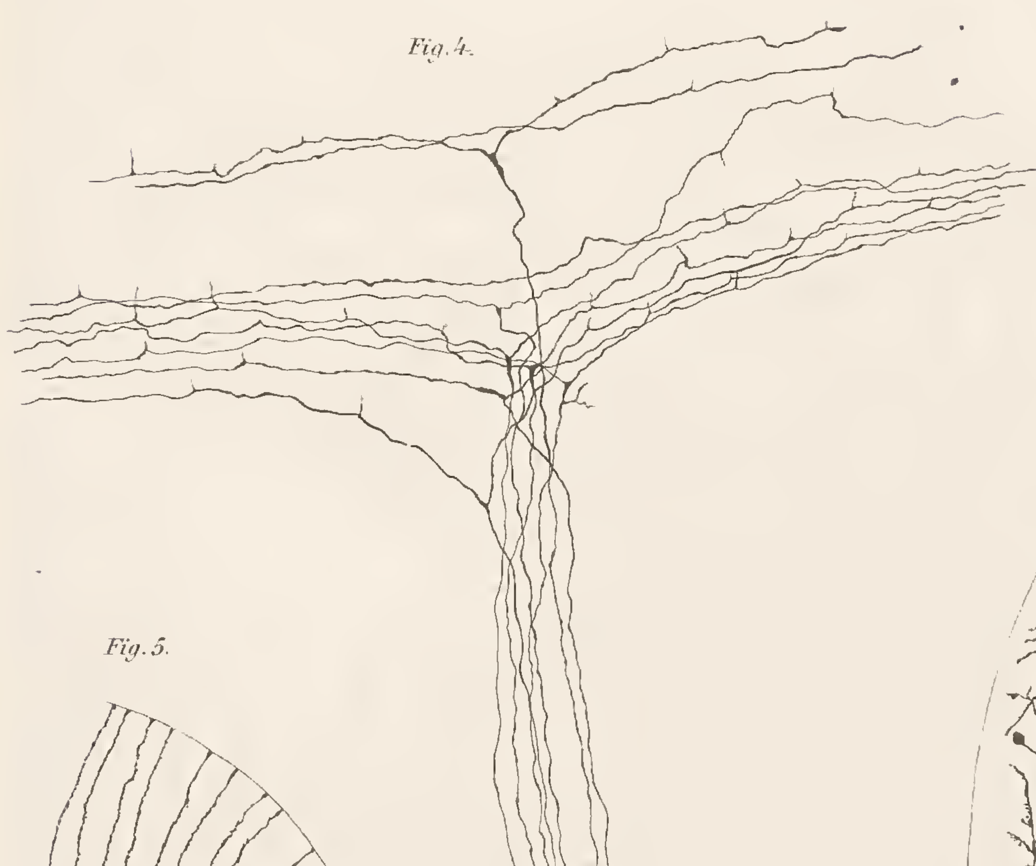


Fig. 3.

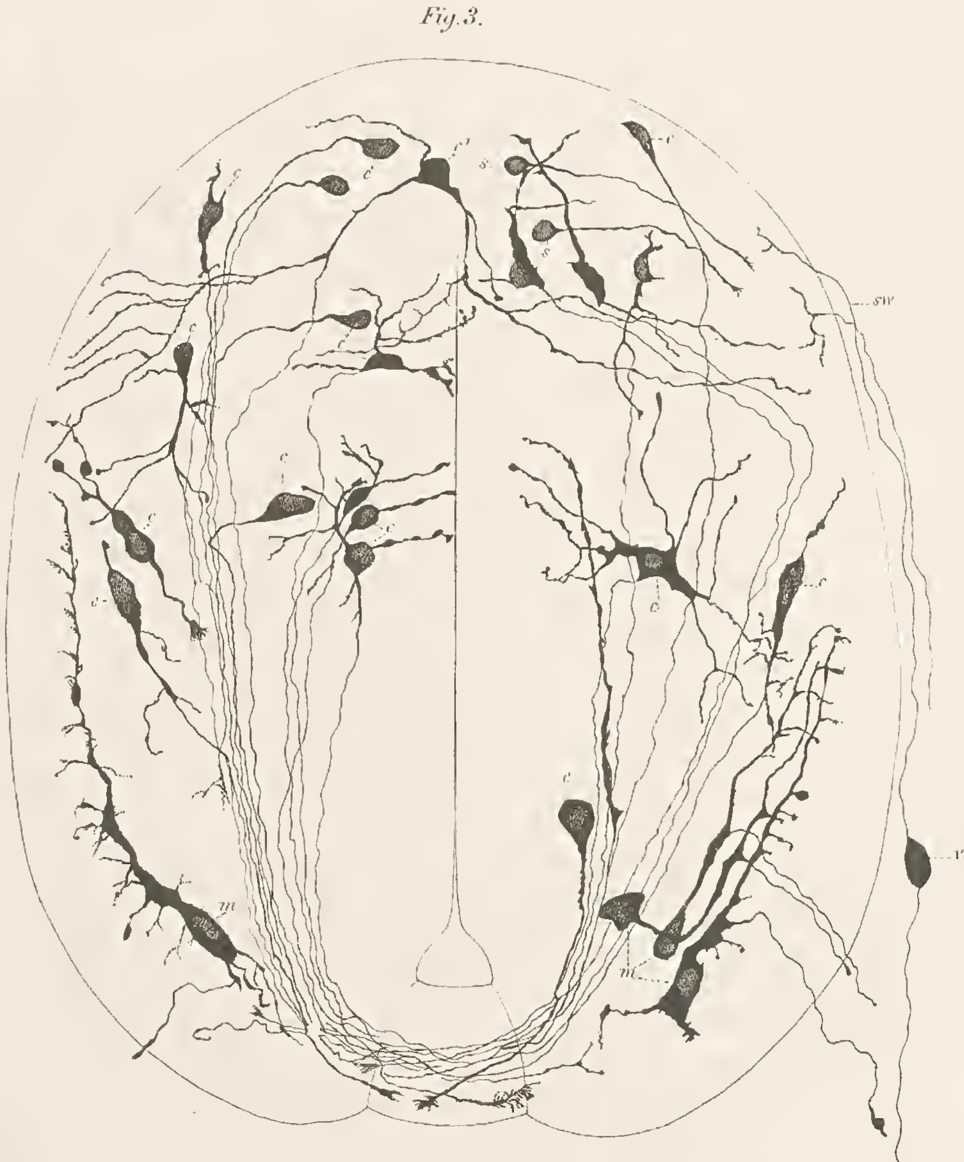
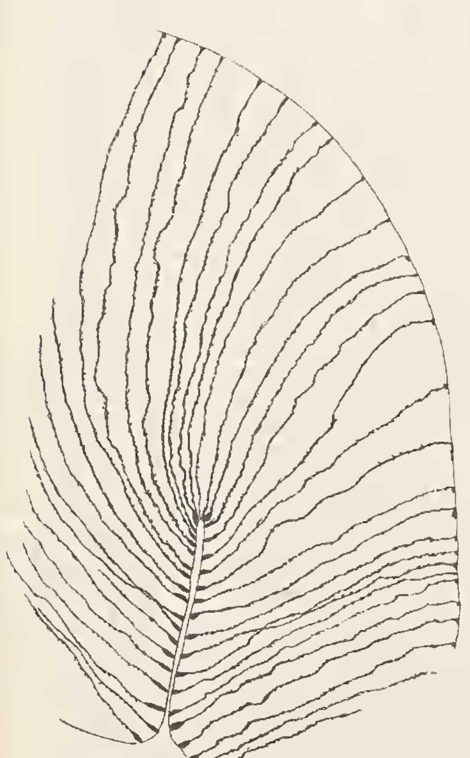


Fig. 5.



Gez. v Gustaf Retzius G. Tholander lith W. Schlachter, Stockholm.

Tafel XXII.

Die Entwicklung der Rückenmarkselemente bei den Ophidiern (Tropidonotus natrix).

Fig. 1. Querschnitt des Rückenmarks (Mitte des Körpers) von einem *80 Mm. langen Embryo.* An der einen Seite sind die beiden Wurzeln und das Spinalganglion wiedergegeben.

m — motorische Zellen der Vorderwurzeln.
s — Strangzellen.
g — Nervenzellen etwas zweifelhafter Natur (Strangzellen oder, noch wahrscheinlicher, Zellen vom zweiten Golgi'schen Typus).
c — Commissurenzellen, von denen zwei der grössten sich mit ihren Dendriten in die beiden Seitenhälften des Marks quer über die Centralkanalspalte ausbreiten.
e — Ependymzellen.
sw^1, sw^2 — hintere und vordere Abtheilung der sensiblen Wurzel des Spinalganglions.
ds — hintere Partie der Nervenzellen des Spinalganglions, deren periphere Fortsätze dorsalwärts ziehen.
vs — vordere Partie der Nervenzellen des Spinalganglions, deren Fortsätze ventralwärts ziehen.
mv — motorische Wurzel.

Fig. 2. Querschnitt des Rückenmarks (Mitte des Körpers) von einem *80 Mm. langen Embryo.*

m — motorische Zelle der Vorderwurzel.
s — Strangzellen.
c — Commissurenzellen,
h — grosse Zelle unsicherer Natur (wahrscheinlich Commissurenzelle).
e — Ependymzellen.
sw — sensible Wurzelfasern.

Fig. 3. Querschnitt des Rückenmarks aus der Nähe der Schwanzspitze von einem *80 Mm. langen Embryo.*

a — Nervenzelle, welche Dendriten in beide Seitenhälften schickt; ob sie einer Strang- oder Commissurenzelle entsprach, liess sich nicht entscheiden.
ca, cb, cd — Commissurenzellen.

Fig. 4. Querschnitt des Rückenmarks (unweit der Schwanzspitze) von einem *80 Mm. langen Embryo.* Die Ependymzellen. — *v,* ventrale Fläche des Markes.

Fig. 5. Dorso-lateral-Partie eines Querschnitts (Mitte des Körpers) von einem *100 Mm. langen Embryo.* Ependymzellen. — *h,* Spalte des Centralkanals.

Sämmtliche Figuren sind nach Golgi'schen Präparaten bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.

Fig. 3.



Fig. 1.



Fig. 4.

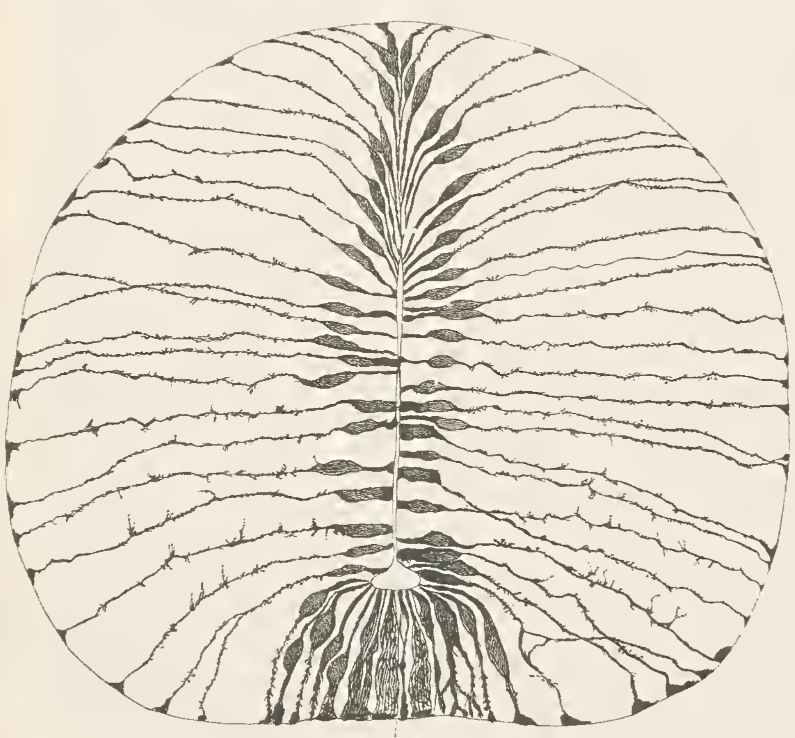


Fig. 2.

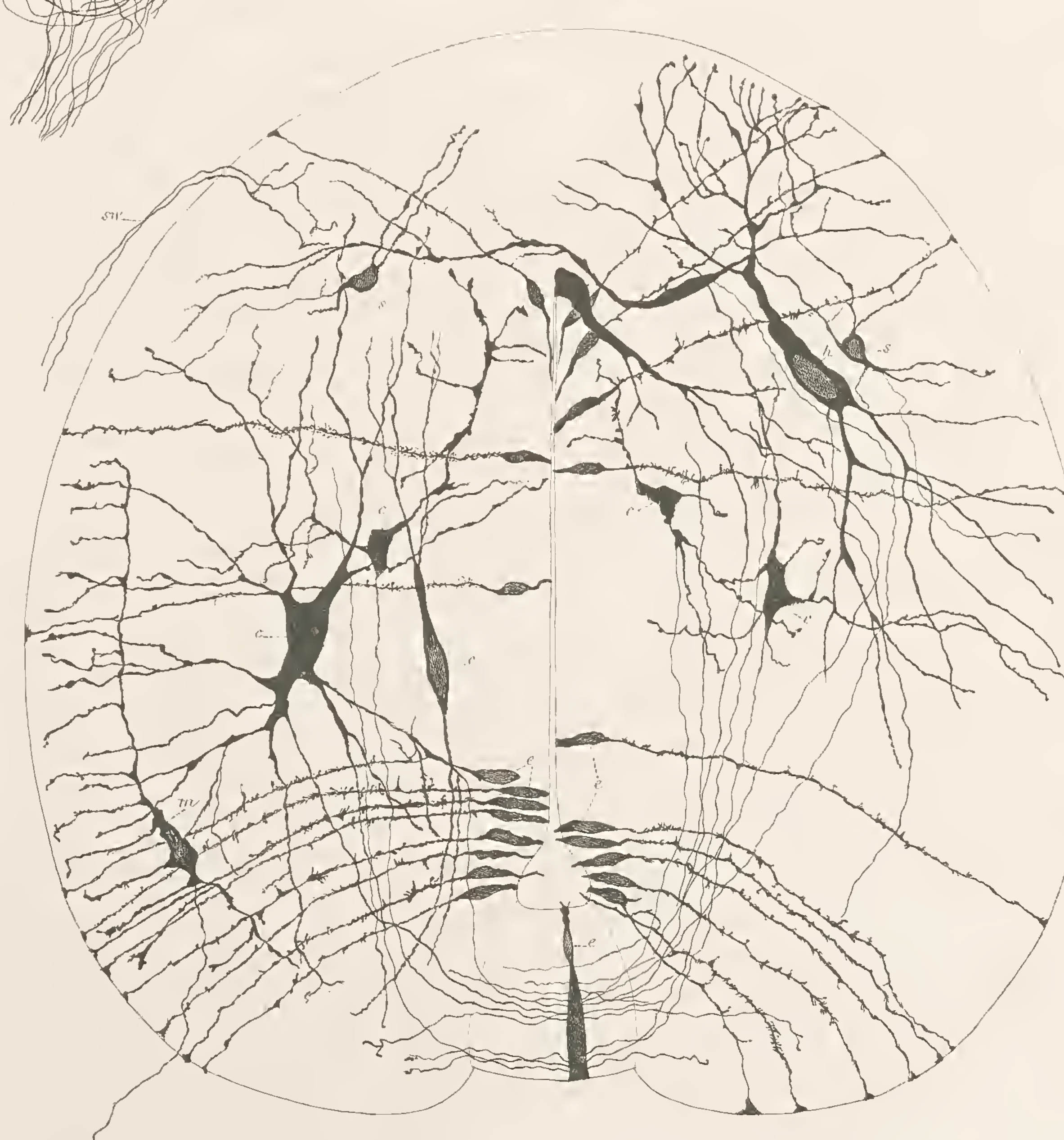


Fig. 5.



Tafel XXIII.

Die Endigungsweise des Gehörnerven und des Riechnerven bei den Reptilien.

Fig. 1—5. Vertikalschnitte der Maculæ acusticæ von 110 Mm. langen Embryonen des *Tropidonotus natrix.*

n — Nervenfasern,
hz — Haarzellen,
hf — Hörhaar einer gefärbten Haarzelle,
ot — Otolithencristalle.

Fig. 6 und 7. Vertikalschnitte der Cristæ der Ampullen von Embryonen des *Tropidonotus natrix;* — *Fig. 6,* Schiefer Querschnitt einer Ampulle eines 65 Mm. langen Embryos; — *Fig. 7,* Querschnitt der Ampulle eines 110 Mm. langen Embryos.

n — Nervenfasern der Crista acustica,
n^1 — Nervenfasern der Plana semilunata,
hh — drei gefärbte Haarzellen mit Hörhaaren,
fz — gefärbte Fadenzellen,
cu — Cupula terminalis.

Fig. 8. Vertikalschnitt einer Partie des Riechorgans und des Jacobson'schen Organs von einem 110 Mm. langen Embryo des *Tropidonotus natrix.*

ol — Bündel von Olfactoriusfasern, die zur Riechschleimhaut ziehen,
r — Riechzellen des eigentlichen Riechorgans,
rh — Riechhaarbüschel der Riechzellen,
o — Oberfläche des Riechepithels,
ol^1 — Bündel von Olfactoriusfasern, die zum Jacobson'schen Organ ziehen,
r^1 — Riechzellen des Jacobson'schen Organs,
rh^1 — Riechhaare der Riechzellen desselben,
o^1 — Oberfläche des Riechepithels desselben,
s — Stützfaser des Riechepithels desselben,
j — bindegewebige Septa der Einstülpungen desselben,
bg — Blutgefässplexus,
bg^1 — Blutgefässe, die in den Septa verlaufen.

Sämmtliche Figuren der Tafel sind nach Golgi'schen Präparaten bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.

Fig. 2.



Fig. 1.

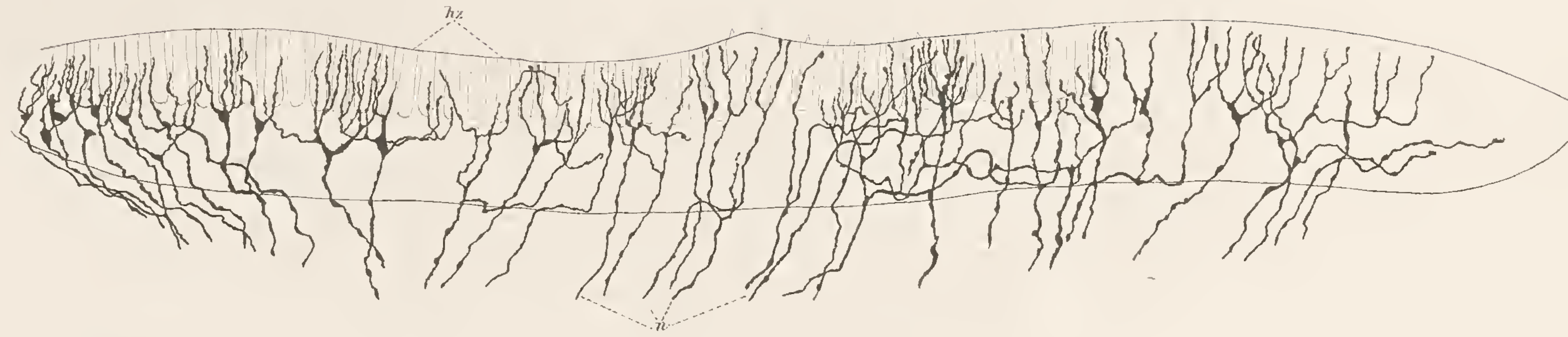


Fig. 3.

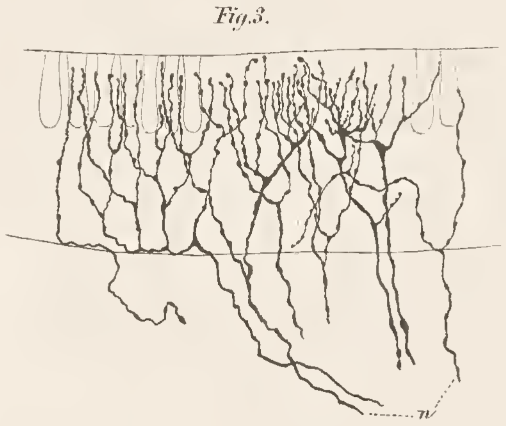


Fig. 7.

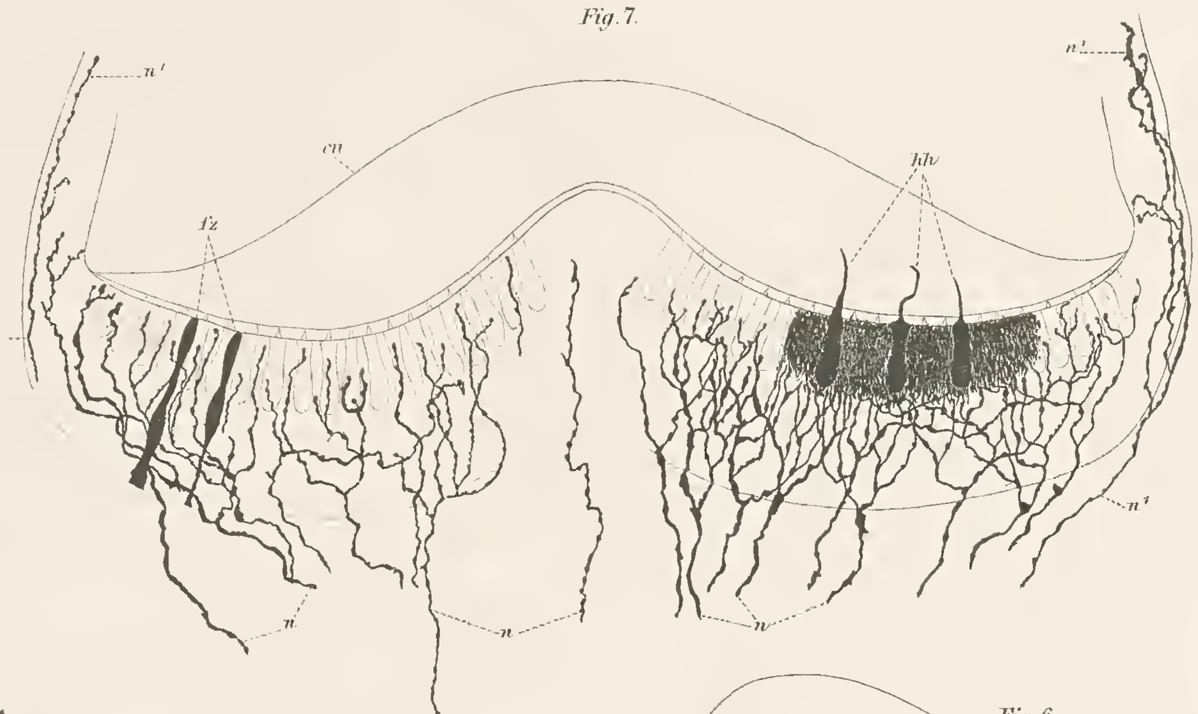


Fig. 8.

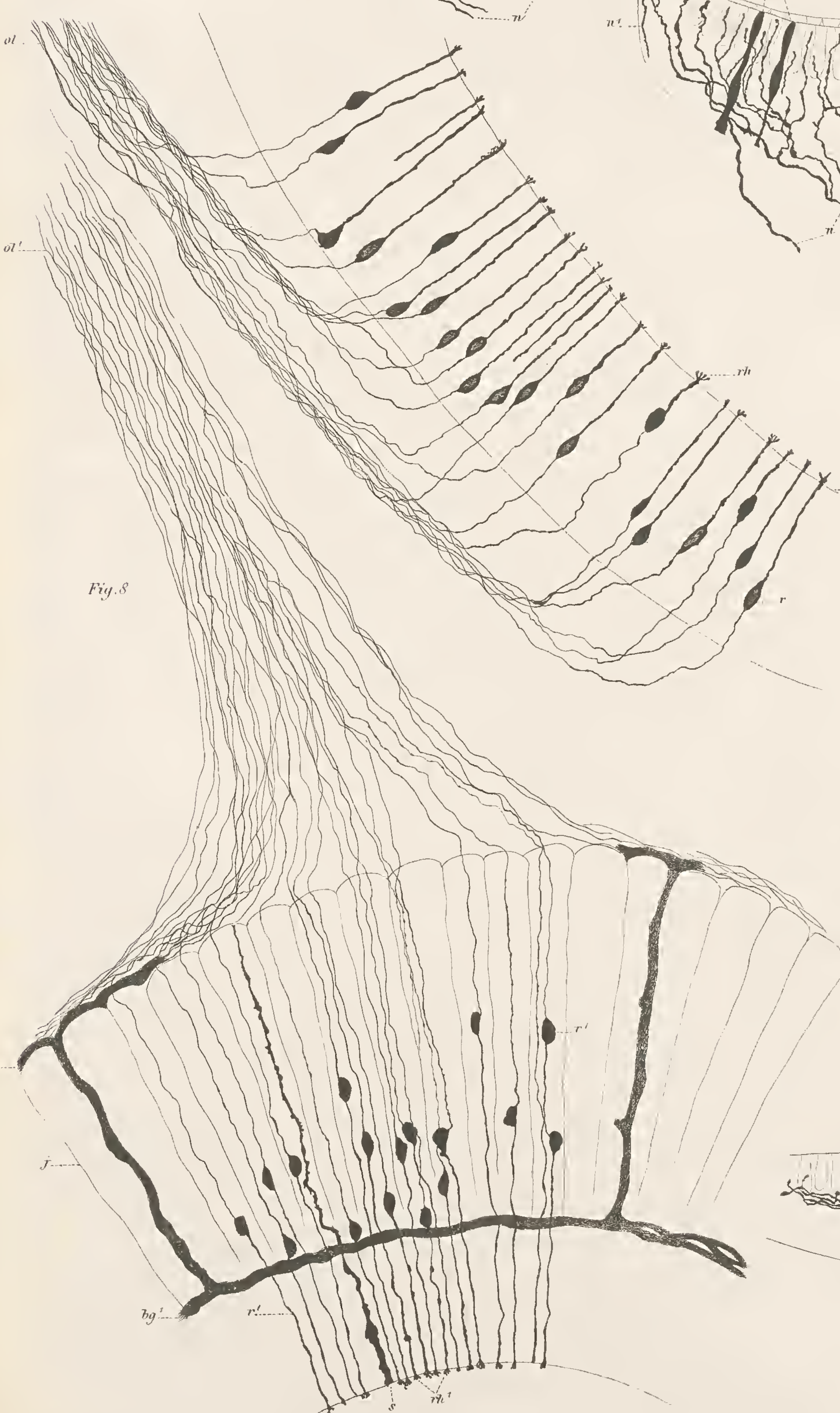


Fig. 6.

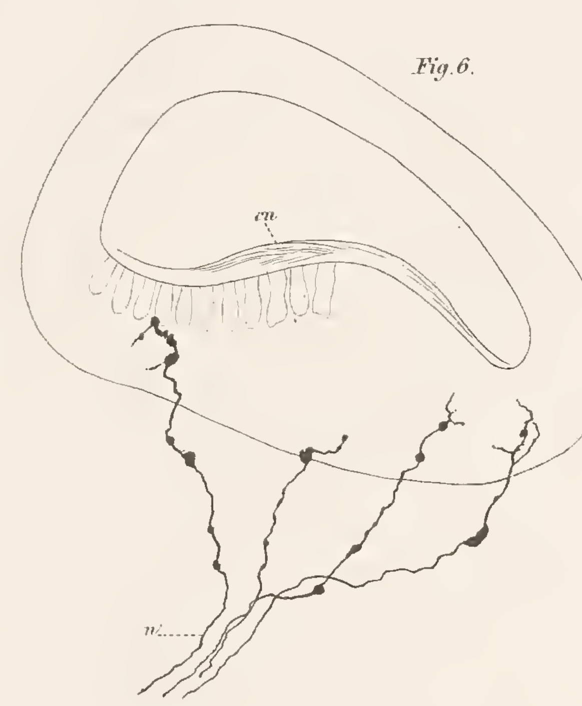


Fig. 4.

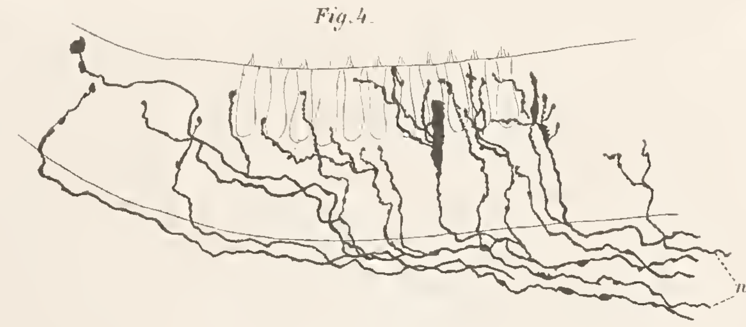
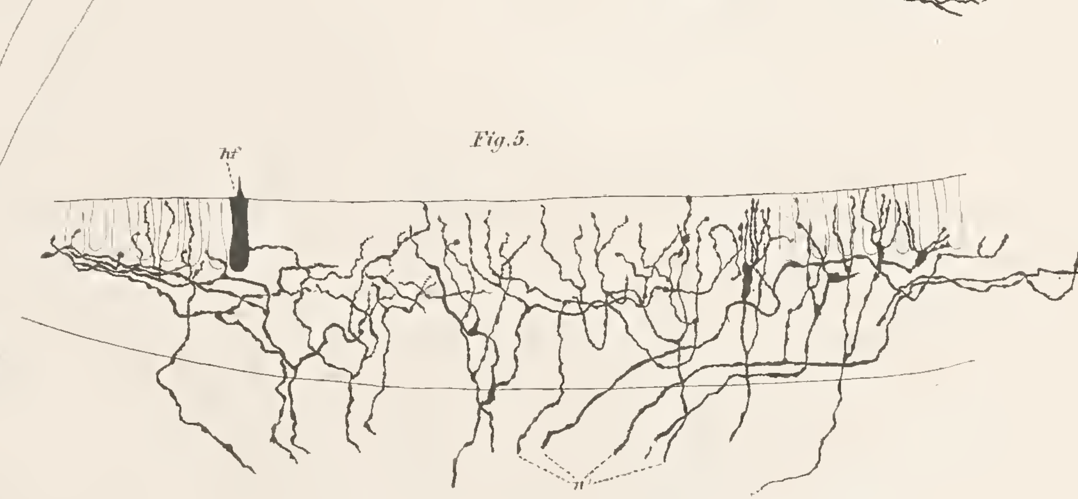


Fig. 5.



Tafel XXIV.

Die Endigungsweise des Gehörnerven und die Entwicklung des Ganglion spirale acustici.

Aus der Gehörschnecke von 2 Cm. langen Embryonen des Mus decumanus.

Fig. 1. Querschnitt des Schneckenkanales mit einigen gefärbten Epithelzellen und den dem Epithel hinantretenden Enden der verästelten peripheren Fortsätze der bipolaren Nervenzellen (*gz*) des Ganglion; — *n*, centrale Fortsätze derselben Zellen.

Fig. 2—4. Vertikalschnitte des Schneckenepithels mit einzelnen gefärbten Epithelzellen (*fz*) und Haarzellen (*hz*); — *e*, Oberfläche des Epithels; — *gz*, Nervenzellen des Ganglion spirale in verschiedenen Stadien der Entwicklung; — *n*, centrale Fortsätze der Nervenzellen.

Fig. 5—7. Gruppen von Nervenzellen (*gz*) des Ganglion spirale in ihrer Lage abgebildet; man bemerkt eine Reihe verschiedener Entwicklungsformen, von der tripolaren bis zu der oppositipol-bipolaren Form, indem das äussere Ende der Zellen mit den von ihnen ausgehenden dendritenähnlichen Fortsätzen sich allmählig vom Zellkörper herauszieht und zuletzt fadenförmig schmal wird; — *n*, centraler Fortsatz der Nervenzellen. — In der Fig. 6 findet sich rechts eine verästelte Faser, deren Nervenzelle weit unten im Ganglion belegen ist.

Sämmtliche Figuren sind nach Golgi'schen Präparaten bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet.



Gez. v. Gustaf Retzius G. Tholander lith W. Schlachter Stockholm

Tafel XXV.

Die Endigungsweise des Gehörnerven bei der Ratte und der Nerven der menschlichen Haare. Verzweigte Endigungen von Muskelfasern.

Fig. 1—4. Die Endigungsweise des *Gehörnerven,* bei *2 Cm. langen Rattenembryonen;* — *Fig. 1, 3 und 4,* Vertikal schnitte von Maculæ acusticæ; — *Fig. 2,* Vertikaler Längsschnitt einer Ampulle und ihrer Crista acustica.

n — Nervenfasern,
h, hz — Haarzellen (in der Fig. 2 ist eine gefärbt),
fz — Fadenzellen (gefärbt),
d — Dach der Ampulle.

Fig. 5—9. *Haare* aus der *Lippenhaut* eines *19.5 Cm. l. menschlichen Embryos.* Das Nervengeflecht ist grösstentheils nur an der oberen Seite wiedergegeben; an der unteren Seite, v. A. an dem in Fig. 8 dargestellten Haare, war ebenfalls ein reichliches Geflecht vorhanden.

n — Nervenfasern, die sich auf der Glashaut verästeln und dort frei endigen,
h — Haar, von den Wurzelscheiden umgeben,
dr — Talgdrüse,
p — Papille, in welcher eine Nervenfaser endigt (Fig. 9),
bz — Bindegewebszellen in der Cutis.

Fig. 10. Quergestreifte Muskelfasern mit verzweigten Enden, vom Hühnerembryo.

Fig. 11. Verzweigte Enden quergestreifter Muskelfasern aus der Lippenhaut einer jungen Maus.

Sämmtliche Figuren der Tafel sind nach Golgi'schen Präparaten und bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 gezeichnet, die Fig. 1—4, 10 bei ausgezogenem, die Fig. 5—9, 11 bei eingeschobenem Tubus.

Fig. 1.



Fig. 2.

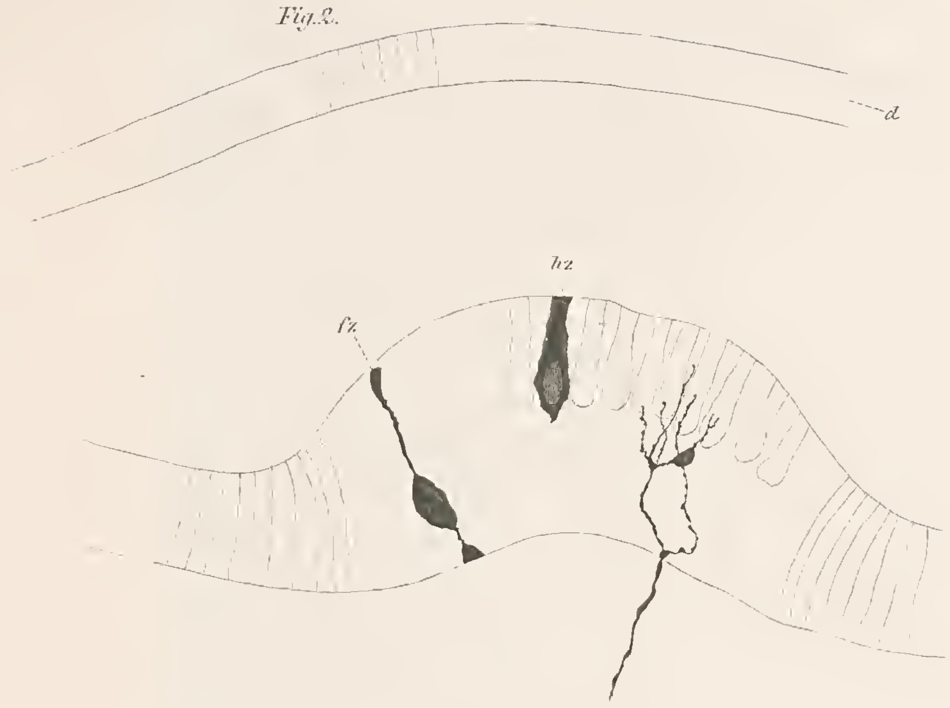


Fig. 3.



Fig. 4.

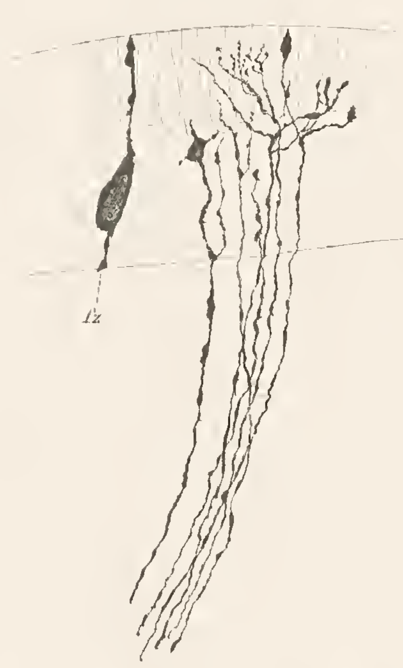


Fig. 5.

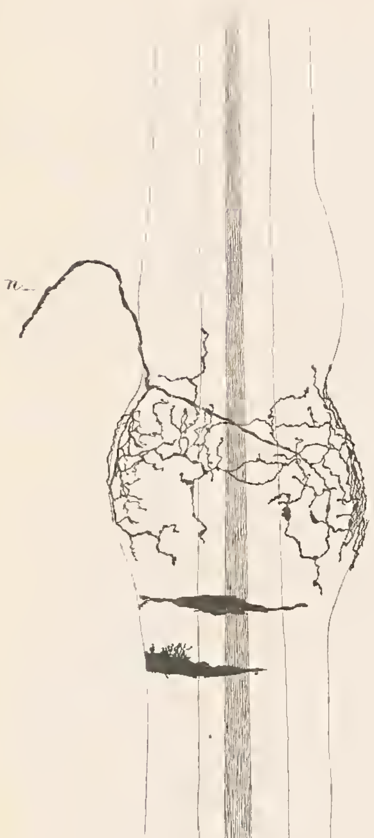


Fig. 6.



Fig. 7.

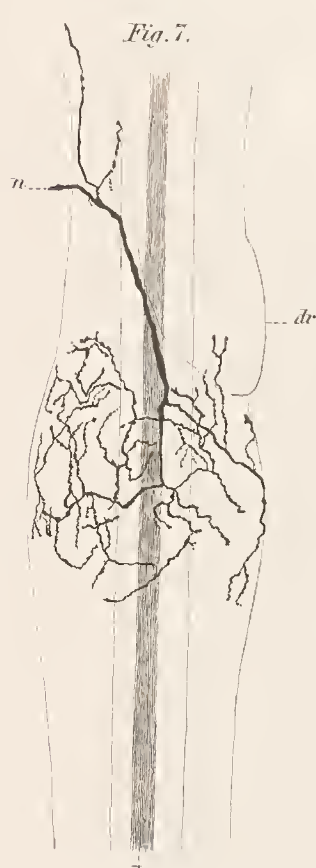


Fig. 10.



Fig. 8.

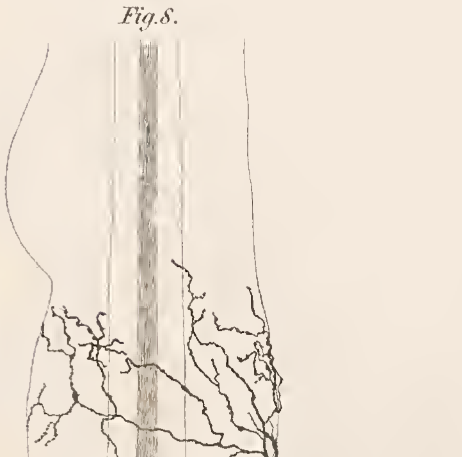


Fig. 9.



Fig. 11.



Tafel XXVI.

Das Ependym des menschlichen Rückenmarks. Verästelte Nervenfasern in den Spinalganglien. Pacinische Körperchen. Die Endigungsweise der Zahnnerven.

Fig. 1—4. Querschnitte des Centralkanals im Rückenmark *menschlicher Embryonen,* mit langen gefärbten Faserfortsätzen der *Ependymzellen;* — *Fig. 1,* vom Lendenmarke eines 28 Cm. langen Embryos; — *Fig. 2,* aus dem Halsmarke desselben; — *Fig. 3,* aus dem Dorsalmarke desselben; — *Fig. 4,* aus dem Lendenmarke eines 19.5 Cm. langen Embryos.

c — der Rand der Oeffnung des Centralkanals,
v — ventraler Umfang desselben.

Fig. 5. Längsschnitt eines *Spinalganglions* von einem 17 Tage alten *Kaninchenembryo* mit acht bipolaren Nervenzellen und einigen in das Ganglion eintretenden und sich in seinem Inneren verästelnden, resp. frei endigenden Nervenfasern; — *c,* centrales Ende des Ganglions; — *p,* peripherisches Ende desselben.

Fig. 6. Mittlere Partie (links) und Endpartie (rechts) der Terminalfaser eines *Pacinischen Körperchens* aus dem Pancreas einer 29 Tage alten Katze; — *k,* Innenkolben; — *n,* Nerv.

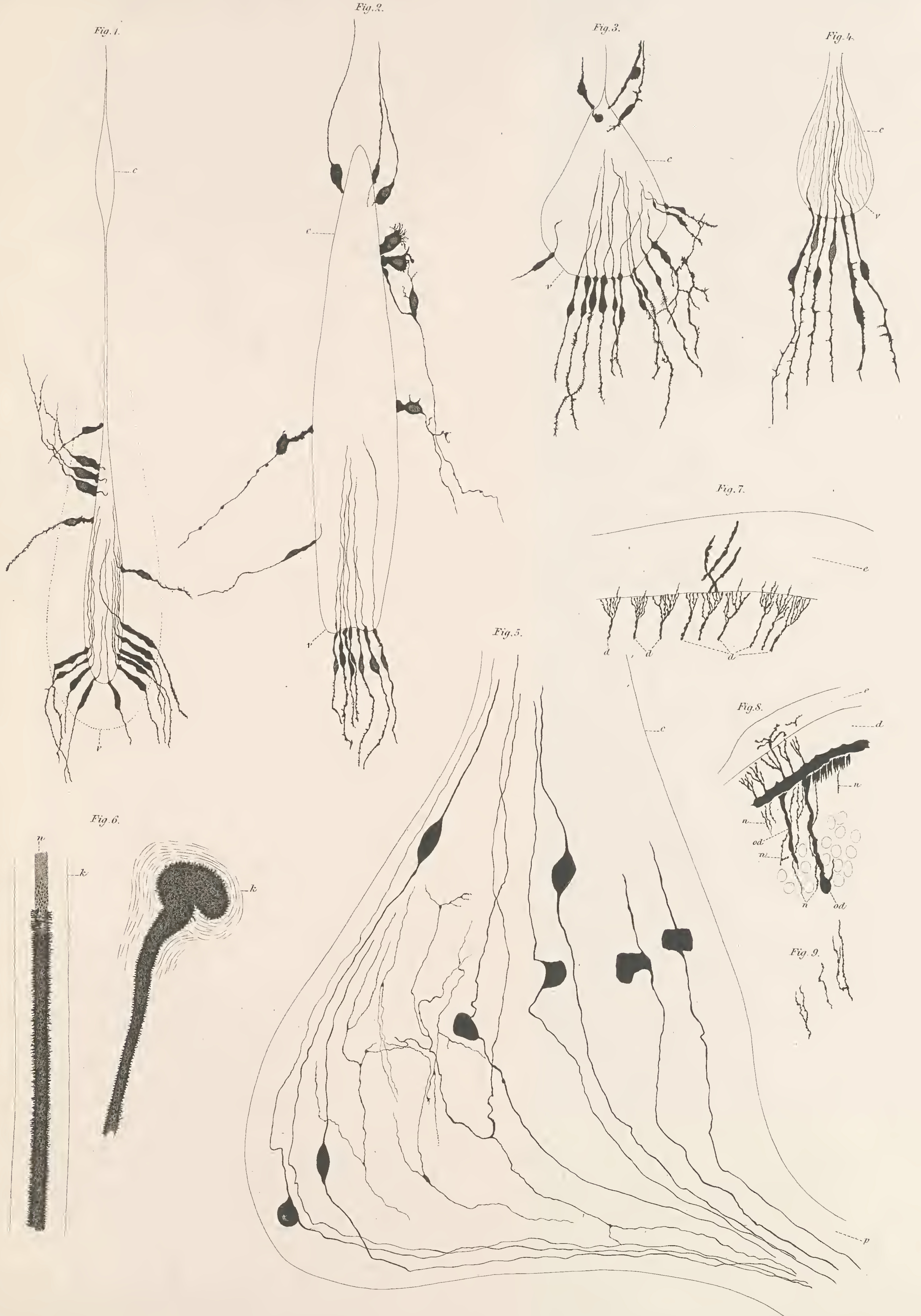
Fig. 7. Vertikalschnitt der oberen Partie von einem *Zahn* einer 5 Tage alten Maus (Mus musculus); — *e,* Emailschicht mit einigen gefärbten Stäben und mehreren aus der Dentinschicht austretenden Enden von Dentinröhrchen (*d*).

Fig. 8. Vertikalschnitt der oberen Partie von einem jungen Zahn einer 5 Tage alten Maus.

e — Emailschicht mit in sie austretenden Enden von Dentinröhrchen,
d — Dentinschicht mit gefärbten Dentinröhrchen,
od — Odontoblastenschicht mit theilweise gefärbten Zellen,
n — Nervenfasern.

Fig. 9. Nervenfaserenden aus der Oberfläche der Pulpa, in tangentialer Ausbreitung (an der Dentinschicht).

Sämmtliche Figuren der Tafel sind nach Golgi'schen Präparaten gezeichnet, und zwar die Fig. 1—4, bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus), die Fig. 5 und 7 bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) und die Fig. 6, 8 und 9 bei Vér. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).


Fig. 1.
c
v
Fig. 2.
c
v
Fig. 3.
c
v
Fig. 4.
c
v
Fig. 7.
e
d
d
d
Fig. 5.
c
p
Fig. 8.
e
d
n
n
od
n
n
od
Fig. 6.
n
k
k
Fig. 9.

Tafel XXVII.

Intraepitheliale Nervenendigungen.

Fig. 1. Vertikalschnitt einer *Lippe* eines *23.5 Cm. langen menschlichen Embryos;* — *o,* Oberfläche der Epidermis; — *n,* Nervenfasern, welche in die unteren Theile der Epidermis austreten und dort mit freien Verästelungen endigen; — *bg,* ein Blutgefäss.

Fig. 2—4. Vertikalschnitte der Epidermis der *Labia majora* eines *23.5 Cm. langen menschlichen Embryos,* mit in die Epidermis austretenden und frei endigenden Nervenfasern (*n*).

Fig. 5—7. Vertikalschnitte des *Urethra*epithels (weit nach aussen) eines *28 Cm. langen menschlichen Embryos,* mit in das Epithel austretenden und frei endigenden Nervenfasern (*n*).

Fig. 8. Epidermisplatte der *Eichel* im Vertikalschnitt; von einem *28 Cm. langen menschlichen Embryo;* — *sp,* beginnende Spaltenbildung; — *n,* Nervenfasern, die noch nicht in die Epithelplatte ausgetreten sind; andere Nervenfasern verlaufen tangential und gewunden nach verschiedenen Seiten hin durch die Platte; eine verzweigte Zelle eigenthümlicher Art ist oben im Epithel sichtbar.

Fig. 9. Vertikalschnitt der Haut des *Schweinrüssels;* — *e,* Epidermis; — *o,* Oberfläche derselben; — *n,* Nervenfasern, welche durch die Cutis in die Epidermis austreten und frei endigen.

Fig. 10. Vertikaler Frontalschnitt des *Oberschnabels* eines noch nicht ausgeschlüpften *Entenembryos;* — *e,* Epidermis; — *o,* die Oberfläche derselben mit einer Einbuchtung; — *bg,* Blutgefässe; — *p,* Querschnitte Herbst'scher Körperchen; — *n,* Nervenfasern, die aus der Cutis in die Epidermis austreten und dort frei endigen.

Sämmtliche Figuren der Tafel sind nach Golgi'schen Präparaten und bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.

Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 8.



Fig. 3.



Fig. 4.

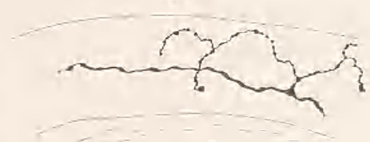


Fig. 5.

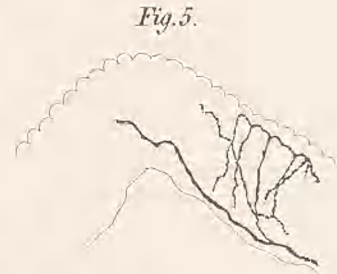


Fig. 6.



Fig. 7.

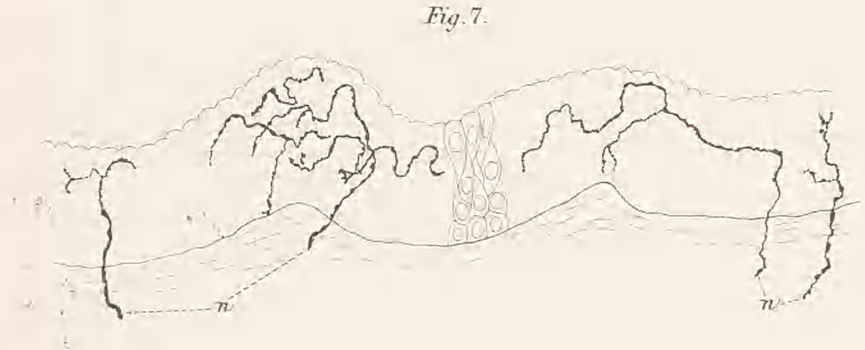


Fig. 10.

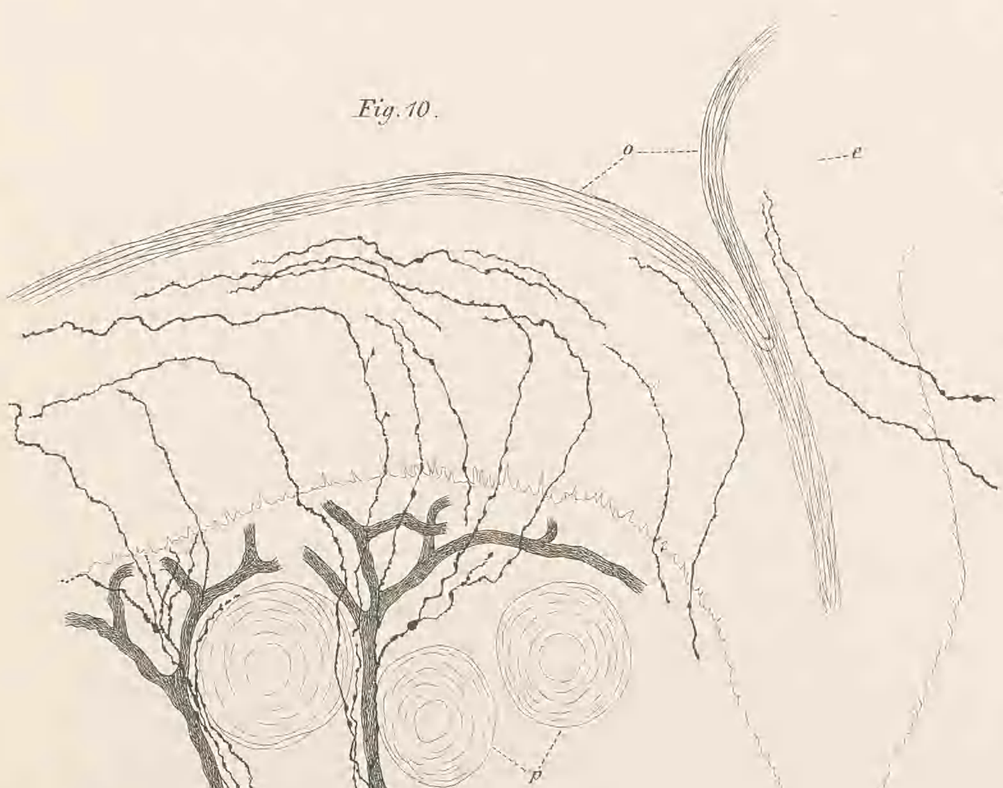


Fig. 9.



Tafel XXVIII.

Der Glaskörper des Kaninchens.

Fig. 1—5. Vordere seitliche Partie von Meridionalschnitten des Auges. — *Fig. 1* und *2* von $4^1/_2$ *Cm. langen Foetus;* — *Fig. 3,* von einem *beinahe ausgetragenen Foetus;* — *Fig. 4,* von einem *6 Tage alten Kaninchen;* — *Fig. 5,* von einem *9 Tage alten Kaninchen.*

l^1 — vorderes Linsenepithel.	*z* — Zonulafasern.
l^{11} — Linsenfasern.	*gl* — Glaskörper.
c — Cornea.	*ä* — äussere Schicht des Glaskörpers.
s — Sclera.	bg^1 — Blutgefässe der sog. Membr. capsularis.
vl — Augenlied.	*bg* — Blutgefässe der Glaskörpersubstanz.
ck — Ciliarkörper.	*b* — Glaskörpersubstanz an dem vorderen Linsenumfang.
cp — Ciliarprocess.	*st* — Streifiger Zug der Glaskörpersubstanz.
r — Retina.	*vg* — vordere Grenzschicht des Glaskörpers.

Fig. 6. Partie des Trichtergewebes (Meridionalschnitt), von einem *3 Tage alten Kaninchen.*

Fig. 7 und 8. Partien des eigentlichen (äusseren) Glaskörpergewebes von einem *4 Tage alten* und einem *neugeborenen Kaninchen;* in der letzteren Figur ist eine Zelle abgebildet.

Fig. 9 und 10. Partien der Grenzzone zwischen dem Trichter und der äusseren Glaskörpersubstanz; — *Fig. 9,* von einem *6 Tage alten Kaninchen;* — *Fig. 10,* von einem *15 Stunden alten Kaninchen;* — *t,* Trichtergewebe; — *gl,* äusseres Glaskörpergewebe; — *gt,* verdichtete Grenzschicht; — *st,* streifenförmige Verdichtung. In *gt* der Fig. 9 ist ein strangförmiger Streifen abgebildet, welcher wahrscheinlich einem rückgebildeten Blutgefäss entspricht.

Die Figuren dieser Tafel sind nach Präparaten gezeichnet, welche mit Flemming'scher Lösung, Celloidineinbettung und Anilinfarben (Säurefuchsin) behandelt worden sind; nur die Präparate der Fig. 1 und 2 waren in Paraffin eingebettet.

Die Fig. 1—5 sind bei ziemlich schwacher Vergrösserung (Leitz' Obj. 3 und Ocul. 3, die Fig. 6—10 bei Leitz' Obj. 7 und Ocul. 3 gezeichnet.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
cl
c
ck
p
z
gl
r
s
bg
cp
st
gt
gz
t
vg

Tafel XXIX.

Der Glaskörper des Menschen.

Fig. 1. Hinterer Linsenumfang (*l*) mit dem nach hinten davon befindlichen Theil des Glaskörpers eines menschlichen *Foetus* im Anfang des 6. Monates; — *t*, innerer trichterförmiger Theil des Glaskörpers, mit der Art. hyaloidea (*a*); — *gt*, Grenzschicht gegen die äussere Partie des Glaskörpers (*gl*).

Fig. 2. Partie des inneren, tricherförmigen Theiles des Glaskörpers von einem menschlichen *Foetus* aus dem 7. Monate.

Fig. 3. Partie des eigentlichen (äusseren) Glaskörpergewebes von einem menschlichen *Foetus* im Anfang des 5. Monates. Mehrere verzweigte Zellen sind im Fasergeflechte sichtbar; aus dem hinteren Theil des Auges.

Fig. 4. Partie des eigentlichen (äusseren) Glaskörpergewebes von einem menschlichen *Foetus* im Anfang des 6. Monates.

Fig. 5. Partie des Glaskörpergewebes eines *erwachsenen* (etwa 40-jährigen) Menschen. Ungefähr 4 Mm. hinter der Linse und seitlich von ihr.

Fig. 6. Partie des Glaskörpergewebes desselben Auges, aus dem die Fig. 5 herrührt; aus der Gegend hinter der Linse, wo Auflösung des Gewebes begonnen hat.

Fig. 7. Partie des Glaskörpergewebes eines menschlichen *Foetus*, mit Zellen.

Fig. 8 und 9. Partien des Glaskörpergewebes eines *erwachsenen* Menschen, mit den eigenthümlichen Körperchen, welche zum Theil als umgebildete Zellen aufgefasst worden sind.

Die Fig. 1 ist bei Leitz' Obj. 3 und Ocul. 3, die Fig. 2—9 bei Leitz' Obj. 7 und Ocul. 3 (1/3 ausgezog. Tubus) gezeichnet. Die in den Fig. 1—4 und 7 abgebildeten Präparate sind mit Flemming'scher Lösung, Celloidin und Anilinfarben, die in den übrigen abgebildeten mit Müller'scher Lösung etc. behandelt.

Fig. 1

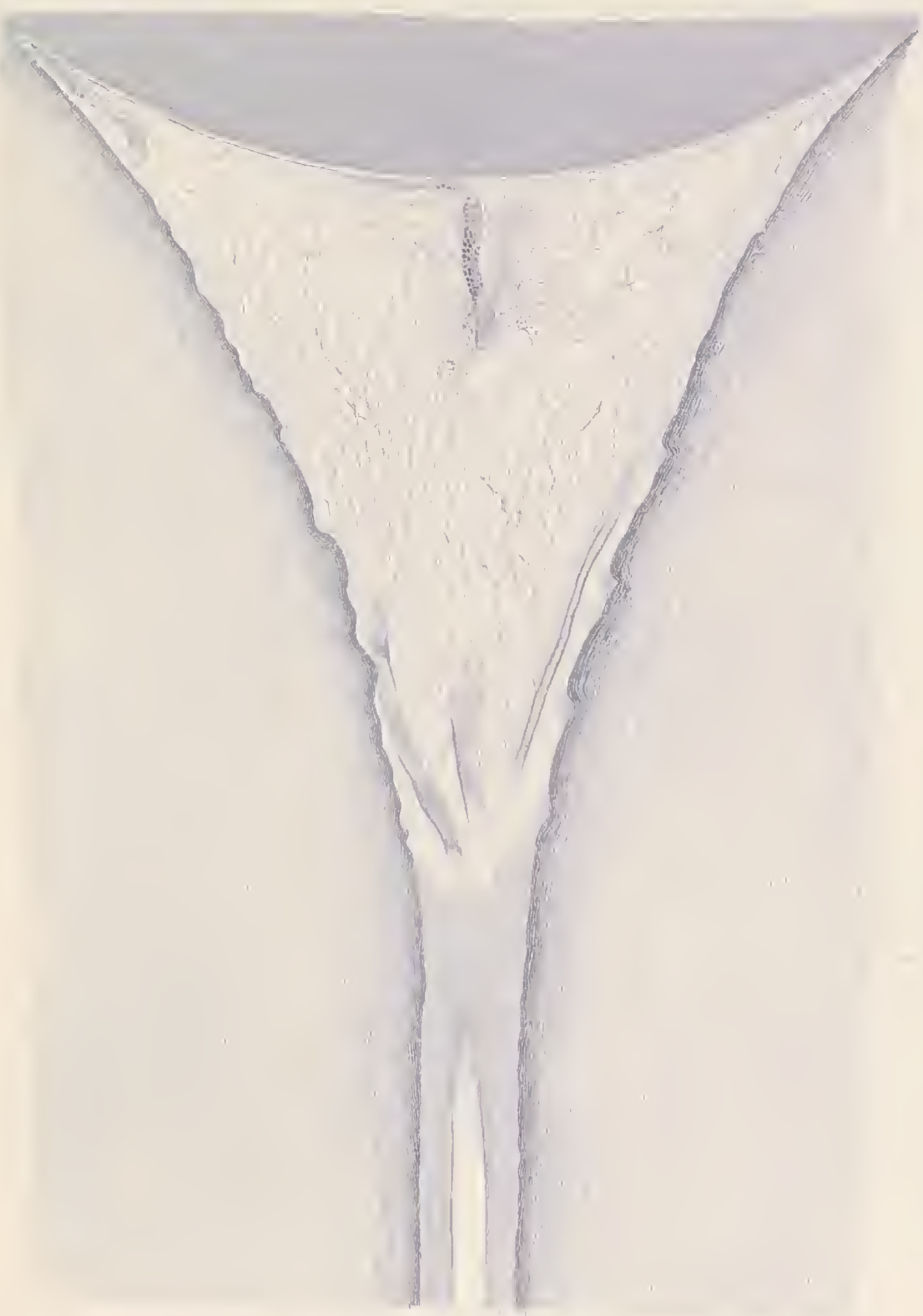


Fig. 3

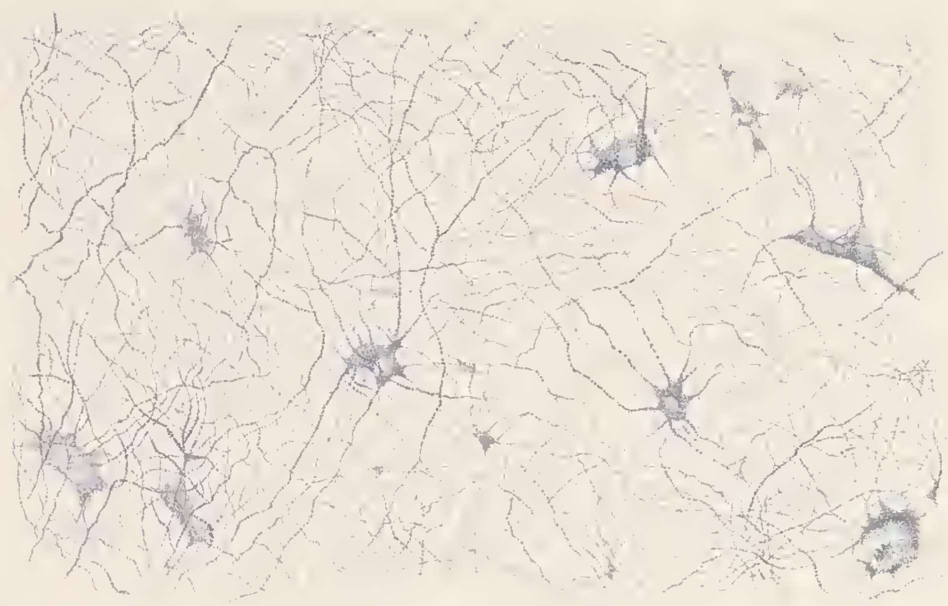


Fig. 4

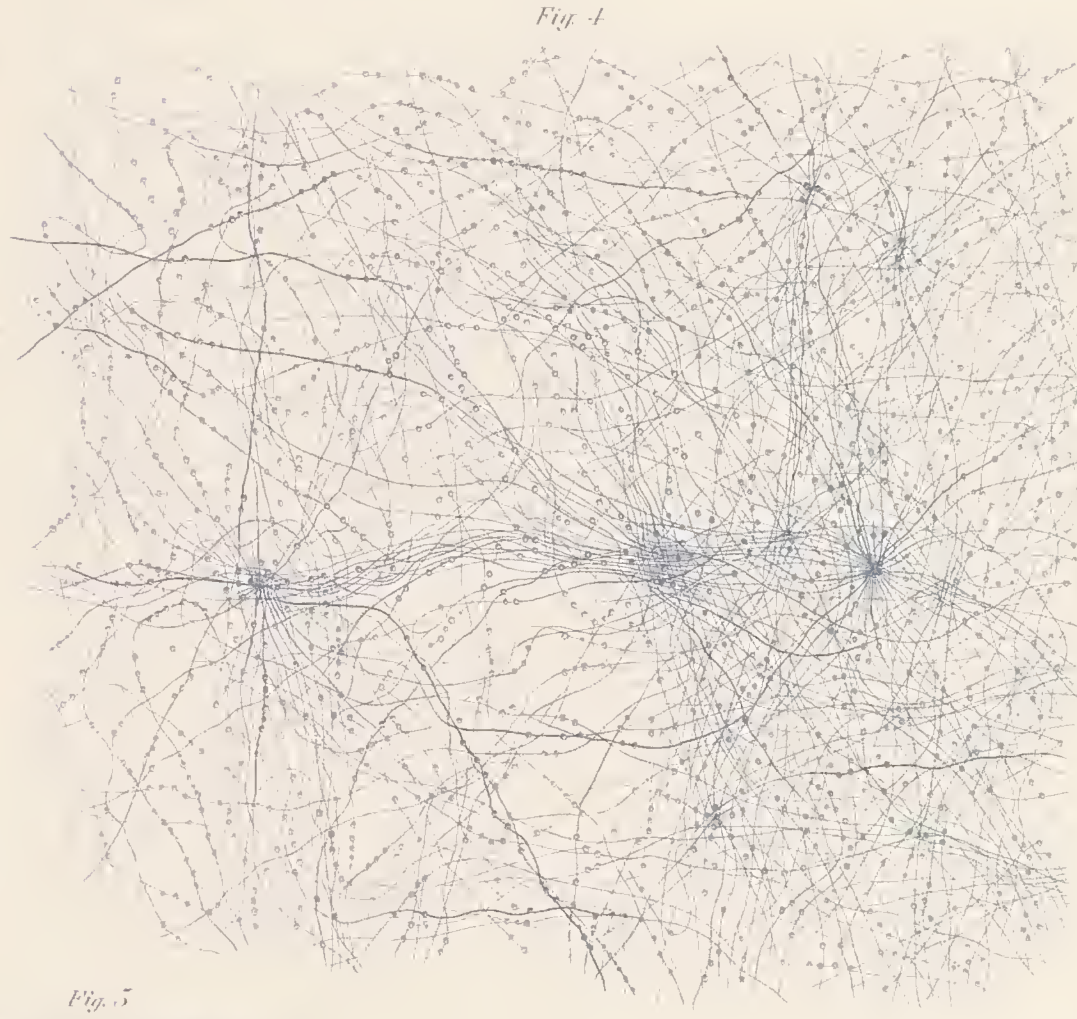


Fig. 2

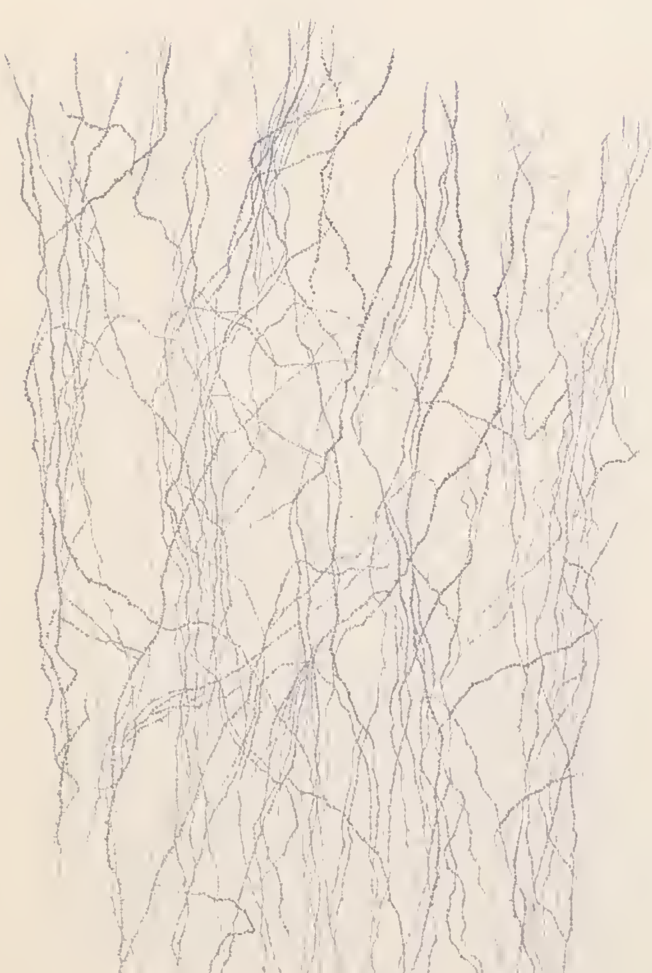


Fig. 5



Fig. 6

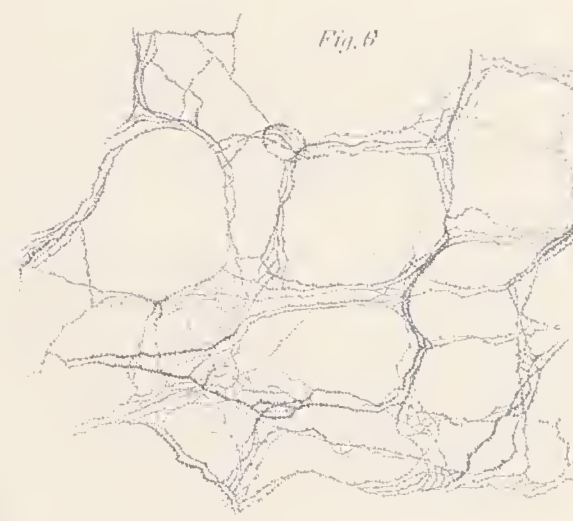


Fig. 7



Fig. 8



Fig. 9



Tafel XXX.

Der Glaskörper des Menschen.

Fig. 1. Seitliche Partie des Auges im Meridionalschnitt. Vom erwachsenen (etwa 40-jährigen) Menschen; — *sc*, Sclera; — *ch*, Chorioidea; — *r*, Retina; — *gl*, Glaskörper; — *ä*, äussere verdichtete, streifige Schicht des Glaskörpers; — *m*, membranartige Verdichtungen des Glaskörpergewebes; — *os*, Ora serrata; — *gr*, vordere Grenzschicht des Glaskörpers mit den von ihr entspringenden membranartigen Verdichtungen; — *o*, Orbicularraum. Müll. Lös., Cell., Rubin. Gez. bei Leitz' Obj. 3 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 2. Seitlicher Umfang des Auges (Sagittalschnitt) eines erwachsenen (etwa 40-jährigen) Menschen, in 6-maliger Vergr.: — *sc*, Sclera; — *r*, Retina; — *os*, Ora serrata, von welcher gleichsam ein Band ausgeht, von dem gefaltete Verdichtungen im Glaskörpergewebe nach hinten hin ziehen. Nach vorn davon sind anders gestaltete lamelläre Verdichtungen sichtbar. Müll. Lös., Cell., Rubin.

Fig. 3. Partie eines Meridionalschnitts vom Auge eines erwachsenen Menschen; — *l*, laterale Partie des hinteren Linsenumfangs; — *gl*, Glaskörpergewebe mit beginnender Auflösung; — *gr*, vordere Grenzschicht; — *p*, Petit'scher Raum; — *m*, membranöse Verdichtung des Gewebes, welche nach hinten hin zieht und sich faserig auflöst. Müll. Lös., Cell., Rubin. Gez. bei Leitz' Obj. 3 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 4. Partie der vorderen Grenzschicht des Glaskörpers von einem erwachsenen Menschen. Die flach ausgebreitete, von vorn gesehene Grenzschicht ist gefaltet; an ihr sind hintere Zonulabalken (*hz*) in perspektivischer Verkürzung dargestellt; vorn sieht man bei *vz* kurze Stücke vorderer Zonulabalken, einem Streifen der Pars ciliaris ret. (*pr*) dicht anliegend. Müll. Lös., Cell., Rubin. Gez. bei Leitz' Obj. 3 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 5 und 6. Querschnitte der vorderen Grenzschicht (*gr*) des Glaskörpers erwachsener Menschen; — *gl*, anstossendes Glaskörpergewebe; — *hz*, hintere Zonulabalken, welche in Rinnen der Grenzschicht verlaufen. Fig. 5 stammt aus der dicht neben der Linse befindlichen Gegend. Müll. Lös., Cell., Rubin. Gez. bei Leitz' Obj. 7 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 7. Partie der vorderen Grenzschicht (*gr*) des Glaskörpers eines erwachsenen Menschen, mit deutlich lamellärem Bau der Schicht; — *gl*, anstossendes Glaskörpergewebe; — *p*, Petit'scher Raum; — *l*, laterale Partie des hinteren Linsenumfangs. Müll. Lös., Cell., Rubin. Gez. bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 8. Seitliche Partie des Auges (Meridionalschnitt) von einem 3-jährigen Kinde; — *o*, Orbicularraum mit Zonulafasern, welche zum Theil hinten durch das Glaskörpergewebe (*gl*) verlaufen, bevor sie sich zu ihren Ansätzen an der Glashaut begeben; — *os*, Ora serrata; — *ch*, Chorioidea; — *sc*, Sclera; — *r*, nach innen umgebogene Retina. Müll. Lös., Cell., Gent. Viol., Ac. Kal. Gez. bei Vér. Obj. 2 und Ocul. 3 (halb ausgezog. Tubus).

Fig. 9. Partie der flach ausgebreiteten von aussen gesehenen Hyaloidea eines erwachsenen Menschen, mit anliegenden Zellen; links, wo die Membran umgebogen ist, sieht man eine Zelle von der Seite her. Rosanilin, Ac. kal. Gez. bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingezog. Tubus).


Fig. 1.
m
gr
o
gl
a
r
ch
sc
os
l
m
Fig. 4.
hz
gr
vz
pr
os
sc
r
Fig. 5.
gl
Fig. 3.
gr
Fig. 7.
p
l
gl
Fig. 2.
Fig. 6.
hz
hz
gl
Fig. 9.
gr
Fig. 8.
os
sc
ch
p
gr
o
gl
r

Tafel XXXI.

Die Zonula Zinnii des Menschen.

Fig. 1—4. Vier successive nach aussen hin gelegte Querschnitte des Ciliarkörpers und der Zonula eines *erwachsenen* Menschen (im mittleren Alter). — *Fig. 1* stellt einen Schnitt dar, welcher dicht neben dem Linsenrand getroffen ist; — *Fig. 2* zeigt einen Schnitt, welcher etwas weiter nach aussen hin getroffen ist; — *Fig. 3* noch weiter nach aussen hin; — *Fig. 4.* Schnitt, welcher nach aussen von den Ciliarprocessen durch den Orbicularraum (*o*) getroffen ist.

Fig. 5. Partie des Ciliarkörpers und der Zonula von einem Querschnitte aus derselben Gegend wie die in der Fig. 3 wiedergegebene (vom *erwachsenen* Menschen).

Fig. 6 und 7. Partien von Querschnitten des Ciliarkörpers und der Zonula aus dem Auge eines *3-jährigen* Kindes Stärkere Vergrösserung. — *Fig. 6,* Partie eines Querschnitts aus derselben Region wie die der Fig. 5 (und 3). — *Fig. 7*, etwas weiter nach innen getroffener Schnitt durch die Ciliarprocesse und die Zonula (ungefähr dieselbe Region wie die der Fig. 2).

Bezeichnungen der Figuren:

c — Cornea,
sc — Sclera,
i — Iris,
gl — Glaskörper,
gr — Vordere Grenzschicht des Glaskörpers,
ri — postiridische Recesse,
z^1 — Vorderes Faserstratum der Zonula,
z^2 — Hinteres Faserstratum der Zonula,
ck — Ciliarkörper,
cp — Ciliarprocesse.

Die Fig. 1—4 sind bei Loupenvergrösserung, die Fig. 5—7 bei Leitz' Obj. 3 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet. Die Präparate waren mit Kalibichromat, Celloidin und Rubin behandelt.

Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 5.



Fig. 3



Fig. 4.



Fig. 6.



Fig. 7.



Tafel XXXII.

Glaskörper und Zonula bei dem Menschen, dem Kaninchen, dem Hunde und dem Frosche.

Fig. 1. Meridionalschnitt des Auges vom 1 Tag alten *Kaninchen,* mit dem Gefässtrichter und der nach aussen davon befindlichen Glaskörperpartie; — *o,* Opticus. Loupenvergröss.

Fig. 2. Partie des Glaskörpergewebes von einem jungen *Kaninchen,* mit einem das Gewebe durchdringenden, nach aussen-hinten radiirenden Faden. Flemm. Lösung, Säurefuchsin.

Fig. 3. Partie vom Querschnitt des Ciliarkörpers eines 1 Monat alten *Kaninchens,* mit der querdurchschnittenen Zonula; — *gl,* Glaskörper; — *gr,* Grenzschicht des Glaskörpers mit dicht anliegenden hinteren Zonulafasern; — *ck,* Querschnitte von Ciliarkörpern mit ihnen dicht anliegenden lamellenartig angeordneten Zonulafasern; in den zwischen den Processen befindlichen Räumen sind ebenfalls zahlreiche Zonulafasern sichtbar; — *s,* der Sims; — *pir,* postiridische Recesse, deren vordere Wände perspektivisch dargestellt sind. Flemm. Lös., Rubin. Gez. bei Leitz' Obj. 2 (halb abgeschr.) und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 4. Partie eines Ciliarprocesses des in Fig. 3 abgebildeten Präparates mit der dem Processus anliegenden Lamelle der Zonulafasern, und einigen nach aussen und innen von ihr befindlichen solchen Fasern. Gez. bei Leitz' Obj. 7 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 5. Partie vom Querschnitt des Ciliarkörpers eines erwachsenen *Hundes,* mit drei Processen, welche von der lamellenartig ausgebreiteten Zonula umgeben sind; einige zerstreute Zonulafasern sind in den Zwischenräumen sichtbar; — *pir,* postiridische Recesse. Gez. bei Leitz' Obj. 2 (halb abgeschr.) und Ocul. 1 (eingeschob. Tubus). Müll. Lös., Rubin.

Fig. 6. Zonula Zinnii eines *erwachsenen Menschen,* Meridionalschnitt; — *l,* Linsenrand (Aequator); — *gl,* Glaskörper; — *gr,* vordere Grenzschicht; — *o,* Orbicularraum; — *i,* Iriswurzel; — *a,* kurze, starke Anheftungsfasern der hinteren Zonulabalken; — *b,* hinten aus der Glashaut entspringende Zonulafasern; — *c,* vorn von dem Ciliarprocess entspringende Zonulafaser; — *d,* von dem Ciliarprocess entspringende Zonulafasern, welche die Zonulabalken kreuzen und theilweise an ihnen haften; — *e,* Räume zwischen der Linsenkapsel und der perikapsulären Membran. Müller'sche Lösung, Celloidin und Rubin. Gez. bei Vér. Obj. 2 (halb abgeschr.) und Ocul. 3.

Fig. 7. Partie des Orbicularraums vom Meridionalschnitt des Auges eines *erwachsenen Menschen,* sowohl mit den nach vorn wie den nach hinten ziehenden, aus der Glashaut der Pars ciliaris retinæ (*pr*) entspringenden Zonulafasern, welche sich den Zonulabalken (*z*) anschliessen. An einigen Stellen sieht man die etwas abgelöste Glashaut mit dem Ursprung der Fasern. Müller'sche Lös., Cell., Rubin. Gez. bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 8. Partie eines Querschnitts des Ciliarkörpers von einem *erwachsenen Menschen.* Querschnitt eines postiridischen Recessus mit den von seinen Wänden entspringenden Zonulafasern, welche theils von einer Wand zur anderen hinüberlaufen, theils sich zu Bündeln sammeln, die aus dem Recessus hinaus nach innen ziehen. Müller'sche Lös., Cell., Rubin. Gez. bei Leitz' Obj. 7 und Ocul. 1 (eingeschob. Tubus).

Fig. 9. Partie der von der Linsenkapsel abgelösten, flach ausgebreiteten perikapsulären Membran mit den sich an sie ansetzenden Zonulafasern; — *k,* anhaftendes Stück der Linsenkapsel; links ist die perimedulläre Membran gefaltet. Von einem *erwachsenen Menschen.* Müller'sche Lös., Rosanilin, Ac. kal. Gez. bei Vér. Obj. 2 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 10. Meridionalschnitt des *Froschauges* in Loupenvergr.; die in der Gegend der »Ora serrata« und v. A. aus dem dort befindlichen Ringgefäss entspringenden, nach hinten und innen ausstrahlenden Fasern und die Zonula sind sichtbar. Flemm. Lös., Cell., Rubin.

Fig. 11. Partie von einem Meridionalschnitt des *Froschauges;* — *lk,* Linsenkapsel; — *gl,* Glaskörper; — *z,* Zonula; — *bg,* Ringgefäss; — *r,* Retina; — *sc,* Sclera; — *i,* Iris. Flemm. Lös., Cell., Rubin. Gez. bei Leitz' Obj. 3 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 12 und 13. Partien vom hinteren Umfang des Glaskörpers des *Froschauges* mit Fasern (*f*), die aus der Hyaloidea (*h*) entspringen; — *bg,* Blutgefässe; — *gl,* Glaskörper. Flemm. Lös., Cell., Rubin. Gez. bei Leitz' Obj. 7 und Ocul. 1 (eingeschob. Tubus).


Fig. 1
Fig. 5
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 6
Fig. 9
Fig. 7
Fig. 11
Fig. 10
Fig. 8
Fig. 12
Fig. 13
pr
ck
gr
al
gl
bg